

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ  
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE ELETROTÉCNICA  
MBA EM GESTÃO DE ATIVOS**

**MARCELO HESSEL DE CASTILHO**

**FUNDAMENTOS DE GESTÃO DE ATIVOS APLICADOS À INSPEÇÃO  
NÃO INTRUSIVA DE EQUIPAMENTOS NR-13 EM UM TERMINAL DE  
DERIVADOS DE PETRÓLEO**

**MONOGRAFIA DE ESPECIALIZAÇÃO**

**CURITIBA  
2020**

**MARCELO HESSEL DE CASTILHO**

**FUNDAMENTOS DE GESTÃO DE ATIVOS APLICADOS À INSPEÇÃO  
NÃO INTRUSIVA DE EQUIPAMENTOS NR-13 EM UM TERMINAL DE  
DERIVADOS DE PETRÓLEO**

Monografia apresentada como requisito parcial para a obtenção do título de Especialista - MBA em Gestão de Ativos - do Departamento Acadêmico de Eletrotécnica, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

Orientador: Prof. Wanderson Stael Paris, Me.

**CURITIBA**

**2020**



---

## TERMO DE APROVAÇÃO

Fundamentos de Gestão de Ativos Aplicados à Inspeção Não Intrusiva de Equipamentos NR-13 em um Terminal de Derivados de Petróleo

por

MARCELO HESSEL DE CASTILHO

Esta monografia foi apresentada em 24 de fevereiro de 2020, como requisito parcial para obtenção do título de Especialista - MBA em Gestão de Ativos - outorgado pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná. O aluno foi arguido pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho aprovado.

---

Prof. Wanderson Stael Paris, Me.  
Professor Orientador - UTFPR

---

Prof. Emerson Rigoni, Dr. Eng.  
Membro Titular da Banca – UTFPR

---

Prof. Marcelo Rodrigues Dr.  
Membro Titular da Banca - UTFPR

Dedico este trabalho à minha família, que é a razão de tudo.

## **AGRADECIMENTOS**

Apesar deste trabalho não apresentar nenhuma informação ou citação da empresa onde trabalho, foi lá que tive a oportunidade de conhecer e participar de um trabalho de INI. Portanto, sou muito agradecido pelas oportunidades de desenvolvimento e aprendizagem que tenho na Transpetro.

Agradeço também aos professores da UTFPR, que ao longo de todo o curso de MBA de Gestão de Ativos transmitiram seus conhecimentos e propiciaram meu desenvolvimento nesta área.

Por fim, agradeço à minha família, que sempre me apoiou e foi muito compreensiva, não somente durante o desenvolvimento desta monografia, como durante todo o curso, uma vez que tivemos que deixar de passar o tempo juntos para que eu pudesse investir no meu desenvolvimento educacional e profissional.

## RESUMO

Hessel de Castilho, Marcelo. **Fundamentos de Gestão de Ativos Aplicados à Inspeção Não Intrusiva de Equipamentos NR-13 em um Terminal de Derivados de Petróleo**. 2020. 72 folhas. Monografia (MBA em Gestão de Ativos) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curitiba, 2020.

Em um cenário competitivo empresarial é imperativo constar no planejamento estratégico de uma empresa o objetivo de diminuição de custos e mitigação de riscos de acidente. A recente revisão da NR-13 permite a postergação de inspeções internas em vasos, obedecendo a requisitos bem definidos, utilizando a inspeção não intrusiva (INI). Esta revisão da norma trouxe uma oportunidade de ganho financeiro e diminuição de exposição ao risco, principalmente por evitar parada operacional de equipamentos e sistemas. Porém sendo uma tecnologia nova, é necessário analisar suas vantagens e definir se realmente sua aplicação é viável para cada caso, desenvolvendo métricas e ferramentas de análise. Este trabalho aborda a oportunidade de utilizar tal tecnologia em um terminal marítimo de derivados de petróleo, sob a ótica de gestão de ativos, especificamente utilizando os conceitos e requisitos do conjunto das normas NBR ISO 5500x. O ativo escolhido para a análise é um vaso de pressão, que é comum também para outros ramos da indústria. São analisados aspectos financeiros da utilização da INI e feitas comparações com a parada para inspeção interna sem sua utilização, bem como a diminuição de exposição ao risco de acidente, através do cálculo de exposição ao risco, o qual tem resultado expressivo. Este trabalho é, ainda, uma discussão inicial das possíveis abordagens que devem ser realizadas para que novas tecnologias de ponta, como a aqui analisada, sejam desmistificadas e futuramente aplicadas em indústrias de outros ramos e segmentos.

**Palavras-chave:** Gestão de Ativos. NR-13. Inspeção Não Intrusiva. Terminal Marítimo. Vasos de Pressão.

## ABSTRACT

Hessel de Castilho, Marcelo. **Fundamentos de Gestão de Ativos Aplicados à Inspeção Não Intrusiva de Equipamentos NR-13 em um Terminal de Derivados de Petróleo**. 2020. 72 folhas. Monografia (MBA em Gestão de Ativos) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curitiba, 2020.

In a competitive business scenario, it is imperative to include in the strategic planning of a company the objective of reducing costs and mitigating accident risks. The recent revision of NR-13 allows the postponement of internal inspections on vessels, following well-defined requirements, using non-intrusive inspection (INI). This revision of the standard brought an opportunity for financial gain and reduction of risk exposure, mainly by avoiding operational shutdown of equipment and systems. However, being a new technology, it is necessary to analyze its advantages and define if its application is really viable for each case, developing metrics and analysis tools. This work addresses this opportunity in a oil terminal, from the perspective of asset management, specifically using the concepts and requirements of the set of NBR ISO 5500x standards. The asset chosen for the analysis is a pressure vessel, which is also common for other branches of industry. Financial aspects of the use of INI are analyzed and comparisons are made with the stop for internal inspection without its use. The reduction of exposure to the risk of accident is also analyzed, through the man hour of exposure to risk, which has an expressive result. This work is also an initial discussion of the possible approaches, that must be taken so that new cutting-edge technologies, such as the one analyzed here, are demystified and in the future applied to industries in other branches and segments.

**Palavras-chave:** Asset Management. NR-13. Non Intrusive Inspection. Terminal. Pressure Vessel.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Ativos dentro dos sistemas da organização .....	25
Figura 2 – Fluxograma INI.....	29
Figura 3 - Desenho esquemático de um terminal Aquaviário de produtos derivados de petróleo.....	30
Figura 4 - Duto com GLP, gasolina e interface (gasolina + GLP).....	31
Figura 5 - Desenho típico de uma esfera.....	31
Figura 6 - Desenho típico de um vaso.....	31
Figura 7 - Atividades para a parada operacional, abertura e condicionamento para a entrada de um vaso de pressão e suas considerações.....	48
Figura 8 - Matriz de riscos.....	50
Figura 9 - Atividades de acesso à entrada e locais de inspeção do vaso.....	51
Figura 10 - Atividade de remoção e reinstalação de acessórios do vaso.....	52
Figura 11 - Tarefas de limpeza e preparação para inspeção do vaso.....	52
Figura 12 - Tarefa de inspeção interna do vaso.....	53
Figura 13 - Tarefas para retorno operacional do vaso.....	54
Figura 14 - Atividades para inspeção do vaso por INI.....	54
Figura 15 - Matriz de decisão.....	70



## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Simulação de inspeções ao longo dos anos em um vaso categoria I, com e sem INI.....	46
Tabela 2 – Tabela salarial das funções técnicas, segundo o Sindimont .....	56
Tabela 3 - Planilha de custos para inspeção com IVI.....	58
Tabela 4 - Planilha de custos para inspeção com INI.....	59
Tabela 5 - Cenário com uma postergação de IVI.....	60
Tabela 6 - Cenário com duas inspeções internas no caso sem INI.....	61
Tabela 7 - Cálculo de valor presente da INI e IVI em um período de 12 anos.....	62
Tabela 8 - Tabela de SWOT.....	68

## **LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E ACRÔNIMOS**

### **LISTA DE SIGLAS**

NR-13	Norma Regulamentadora número 13
PH	Profissional Habilitado

### **LISTA DE ACRÔNIMOS**

SPIE	Serviço Próprio de Inspeção de Equipamentos
INI	Inspeção Não Intrusiva
IVI	Inspeção Visual Interna
HHER	Homem Hora de Exposição ao Risco

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>14</b>
1.1	PREMISSAS E PROBLEMA DE PESQUISA .....	17
1.2	OBJETIVOS .....	19
1.2.1	Objetivo Geral.....	19
1.2.2	Objetivos Específicos .....	19
1.3	JUSTIFICATIVA .....	20
1.4	PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS .....	21
1.5	ESTRUTURA DO TRABALHO .....	22
<b>2</b>	<b>TEMA OU ÁREA DE APLICAÇÃO.....</b>	<b>24</b>
2.1	GESTÃO DE ATIVOS.....	24
2.2	APLICAÇÃO DA INI.....	27
2.3	TERMINAL AQUAVIÁRIO DE DERIVADOS DE PETRÓLEO.....	30
2.4	SÍNTESE E CONCLUSÃO DO CAPÍTULO.....	33
<b>3</b>	<b>REFERENCIAL TEÓRICO.....</b>	<b>35</b>
3.1	CONCEITOS DE ANÁLISE ECONÔMICA.....	35
3.2	CONCEITOS DE SEGURANÇA DO TRABALHO.....	36
3.3	CONCEITOS DE GESTÃO DE ATIVOS.....	39
3.4	SÍNTESE E CONCLUSÃO DO CAPÍTULO.....	44
<b>4</b>	<b>DESENVOLVIMENTO .....</b>	<b>45</b>
4.1	ANÁLISE DE CUSTOS.....	45
4.2	ANÁLISE DE HHER.....	62
4.3	SÍNTESE E CONCLUSÃO DO CAPÍTULO.....	63
<b>5</b>	<b>CONCLUSÕES.....</b>	<b>64</b>
5.1	CONCLUSÕES GERAIS.....	64
5.2	CONCLUSÕES FINANCEIRAS.....	66
5.3	CONCLUSÕES DE SEGURANÇA DO TRABALHO.....	69
5.4	ANÁLISE DOS RESULTADOS NUMÉRICOS.....	70
	<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>72</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Em um cenário competitivo empresarial é imperativo constar no planejamento estratégico de uma empresa o objetivo de diminuição de custos e mitigação de riscos de acidente. Ambos refletem diretamente na capacidade competitiva da empresa seja por questões de imagem ou resultado operacional, que impactam no lucro. Segundo Porter (1989, p. 34), “O objetivo de qualquer estratégia genérica é a criação de valor para os clientes obtendo-se lucro na atividade”. Os custos para manter os ativos produzindo com o desempenho desejado e sem acidentes devem, portanto, ser diminuídos ao máximo possível. Outrossim, para maximizar o desempenho e lucro, é fundamental obter o maior valor possível de um ativo, através de seu uso eficiente e eficaz, conforme pode-se verificar em Lafraia e Harvick (2015, p. 1) “[...] o uso eficiente e eficaz dos ativos físicos é elemento-chave para o bom desempenho das organizações”.

Com a última revisão da NR-13, ocorrida em setembro de 2017, surgiu a oportunidade de aplicar técnicas de Inspeção Não Intrusiva (INI) para avaliar a possibilidade de estender o prazo de inspeção interna de equipamentos que são regidos pela Norma Regulamentadora nº 13 (NR-13), conforme a norma a seguir:

13.5.4.7 As empresas que possuam SPIE certificado conforme Anexo II desta Norma podem executar, em vasos de pressão de categorias I e II, uma INI, de acordo com a metodologia especificada na norma ABNT NBR 16455, desde que esta seja obrigatoriamente sucedida por um exame visual interno em um prazo máximo correspondente a 50 % (cinquenta por cento) do intervalo [...].

De acordo com a Norma Regulamentadora de número 13, surgem oportunidades para postergar a abertura de equipamentos que servem para inspeção em até 50% em relação ao prazo anterior, o que diminui custos e, por conseguinte, também evita lucro cessante. Além disso, há também a prevenção de riscos de acidentes de trabalho que estão diretamente ligados à parada e à abertura do equipamento. Conforme norma ABNT NBR 16455 (2016, p. xi),

Tradicionalmente este requisito vem sendo cumprido por meio de inspeção interna (IVI), que pode implicar em custos muito altos associados com a parada de vasos de pressão e sistemas pressurizados, acarretando perda de produção e preparação para acesso seguro. Esses custos adicionais podem ser muito maiores que os custos apenas da inspeção. Os trabalhos para preparar o vaso para inspeção interna, bem como para colocá-lo de volta em operação, podem prejudicar seu desempenho futuro. Finalmente, e não menos importante, o acesso de trabalhadores ao interior do vaso pode ser perigoso. Por essas razões, existem vantagens significativas se a inspeção puder ser executada pela parte externa do vaso sem a necessidade de abri-lo, isto é, de forma não invasiva.

Já a INI tem por finalidade a aplicação de novas técnicas e outras tecnologias de ponta para que sejam inspecionados e identificados eventuais defeitos em equipamentos, sem que, no entanto, haja a necessidade de abertura do novo material, conforme pode ser constatado na definição de INI na norma ABNT NBR 16455 (2016, p. 3) “toda e qualquer inspeção realizada pela parte externa do vaso sem necessidade de sua abertura, e que pode ser executada quando este estiver em operação ou durante uma parada de manutenção”. A partir da revisão da NR-13, empresas que possuem Serviço Próprio de Inspeção de Equipamentos (SPIE) e que se certificarem para a execução destes serviços, podem analisar a possibilidade de estender a validade da inspeção interna dos equipamentos.

Porém, para aproveitar esta oportunidade, a empresa deve se preparar, se certificando junto aos órgãos competentes para o uso da técnica. É necessário também treinar e qualificar a equipe de SPIE, como pode ser constatado novamente na NBR ABNT 16455 (2016, p. xi):

[...] a inspeção não intrusiva (INI) representa uma forma nova de inspeção comparada com a inspeção visual interna, onde a maioria dos engenheiros responsáveis pelo seu planejamento ainda necessitam ganhar experiência no seu uso e aumentar a confiança na sua aplicação.

A análise de onde e quando pode-se aplicar as técnicas de INI se tornam uma questão de gestão, que demanda ferramentas de decisão. É uma mudança de abordagem de inspeção que pode gerar dúvidas quanto à eficácia das inspeções e confiabilidade dos equipamentos e sistemas, necessitando análises e quebra de paradigmas. Logo, a liderança tem grande relevância neste processo, conforme é visto em Lafraia e Hardwick (2015, p. 103) “A liderança é o direcionador que leva à mudança de comportamento e cultura”. A solução para estas questões pode ser a aplicação de uma sistemática de gestão para gestão de ativos orientada pelo conjunto de normas ABNT ISO 5500X de 2014, que podem de estruturar todas as questões necessárias para a implantação do INI. Conforme ABNT NBR ISO 55000 (2014, p. 1), “esta norma pode ser aplicada a todos os tipos de ativos e por organizações de todos os tipos e tamanhos [...] é destinada a ser utilizada para gestão de ativos físicos [...]”. Afinal, cada equipamento NR13 é um ativo físico que gera valor à empresa.

Com o conjunto de normas NBR ISO 5500X de 2014, podemos obter orientações de como uma empresa deve se estruturar para sistematizar a gestão de ativos, dentre os quais devemos também incluir os equipamentos NR-13.

Entendendo-os dessa forma, é possível que estruturamos a empresa e seus processos, a fim de tomar decisões corretas para que estes ativos consigam produzir o melhor resultado possível.

Mas, a aplicação dos conceitos e requisitos técnicos de gestão dos ativos de uma organização podem variar, levando em conta o seu tipo. No entanto, é necessário frisar que ativos do tipo NR-13 podem ser gerenciados de forma diferente dependendo de fatores que podem variar em decorrência dos diversos tipos de organizações, conforme é visto na ABNT NBR ISO 55000 (2014, p.1):

Os fatores que influenciam os tipos de ativos que uma organização requer para alcançar os seus objetivos, e como estes ativos são gerenciados, incluem: Natureza e finalidade da organização; Seu contexto operacional; Suas limitações financeiras e requisitos regulatórios; As necessidades e expectativas da organização e suas partes interessadas.

Logo, para fins de desenvolvimento deste trabalho, foi decidido limitar o estudo para um tipo de organização, um terminal aquaviário que se destina a produtos derivados de petróleo. De forma genérica, ou seja, não se trata de uma empresa real, mas sim um modelo de terminal simplificado, cujos ativos NR-13 que serão utilizados para fins de análise são os vasos de pressão e também as esferas de armazenamento de GLP.

Um terminal aquaviário de produtos derivados de petróleo tem constantes atividades que envolvem recebimento, estocagem e envio de produtos derivados de petróleo, como gasolina, nafta, GLP, óleo combustível, diesel, etc. O recebimento e o envio de produtos pode ser por dutos que interligam o terminal ao local de produção ou distribuição dos produtos. Outros meios de recebimento e envio são por navios, barcaças, trens ou caminhões. A estocagem é feita através de tanques de produtos e esferas de GLP.

A princípio, com a aplicação de gestão de ativos para estes equipamentos, deve-se ter uma visão de todo o ciclo de vida de todos os ativos. Porém, conforme mencionado anteriormente, será estudado neste trabalho apenas o planejamento e a estruturação necessária, baseada em gestão de ativos, para a aplicação das técnicas de INI e análise do seu resultado. Ou seja, foi estudado uma parte do ciclo de vida dos ativos regidos pela NR-13, que são as esferas e os vasos.

Para a análise de resultado da aplicação das técnicas de INI, podemos elencar diversos fatores, porém para este trabalho serão analisadas e desenvolvidas

ferramentas para tomada de decisão baseadas em resultado financeiro e em mitigação de riscos de acidente de trabalho.

## 1.1 PREMISSAS E PROBLEMA DE PESQUISA

A questão a ser estudada neste trabalho é como um terminal aquaviário de derivados de petróleo pode se estruturar para usar a INI, baseado em um sistema de gestão de ativos a partir do conjunto das normas NBR ISO 5500X de 2014 e, a partir disto, mensurar seu resultado financeiro e de mitigação de risco de acidente de trabalho correlacionado.

Para estudar a oportunidade de estender os prazos de inspeções internas em equipamentos NR-13, podemos utilizar a abordagem que determina a atividade inspecionaria através de um sistema de gestão de ativos. Para tanto, é necessário entender os requisitos exigidos pela NR-13, assim como os conceitos e critérios das normas ISO 5500X e definir uma metodologia de análise de resultado.

Um dos requisitos da NR-13 é que a empresa possua Sistema Próprio de Inspeção de Equipamentos (SPIE): “as empresas que possuam SPIE certificado conforme Anexo II desta Norma podem executar, [...], uma INI [...]”. Neste trabalho não serão estudados os custos ou necessidades de estruturação de uma empresa para conseguir ter um SPIE. Será considerado que a empresa possua o SPIE estruturado e em funcionamento.

Há também diversos requisitos técnicos do equipamento elegível para se aplicar a INI, como histórico de inspeções anteriores, produtos operados, entre outros, para que seja viável tecnicamente o uso da INI. Os requisitos técnicos para a aplicação da INI não serão estudados neste trabalho. Será considerado que todos os requisitos técnicos para a aplicação de INI estarão satisfeitos.

Em relação às técnicas que foram aplicadas para que as inspeções não intrusivas pudessem ser realizadas foram consideradas confiáveis, não cabendo neste trabalho provar ou questionar a confiabilidade delas. Em relação as técnicas de INI empregadas, foram analisados apenas os custos e riscos de acidente. Foi considerado que a aplicação destas técnicas foi por uma empresa terceirizada especializada, sem a necessidade de treinamentos específicos em uso de

equipamentos ou certificações e seus custos associados. Logo, não foi considerado a aquisição de equipamentos para aplicação das técnicas.

Para a aplicação da INI a NR-13, conforme a portaria N° 1.082 de dezembro de 2018, demanda previamente uma inspeção piloto, que passará por certificação:

Os estabelecimentos de empresas que possuem Serviço Próprio de Inspeção - SPIE e que optarem por aplicar a metodologia de Inspeção Não Intrusiva - INI, conforme previsto nesta Norma, devem realizar uma inspeção piloto com acompanhamento em todas as suas etapas pelo Organismo de Certificação de Produto - OCP de SPIE e pela representação sindical na Comissão Nacional Tripartite Temática da NR-13 - CNTT NR-13, ou por representante por ela indicado, que avaliarão o processo para deliberação na Comissão de Certificação de SPIE - COMCER.

No entanto para este trabalho foi considerado que esta etapa do processo foi superada e o terminal encontra-se apto a aplicar a INI.

Já em relação à mitigação do risco de ocorrer um acidente de trabalho, não considera-se o tipo de atividade desenvolvida. Assim, considera-se a mesma probabilidade e ocorrer um acidente de trabalho para as atividades de abertura dos equipamentos e de uso de INI. Em ambos os casos há atividades similares, exceto no caso de abertura do equipamento, que demanda atividades em espaço confinado. Porém foi considerado que todas as medidas necessárias para mitigar os riscos de cada atividade estão implantadas. Logo, os riscos de acidente não são diferentes por atividade desenvolvida.

Este trabalho utiliza os requisitos das normas ISO 5500x de 2014 que foram considerados pertinentes. Os requisitos que foram considerados não fundamentais para o desenvolvimento deste trabalho não estão comentados e não foi justificado o motivo desta escolha. Entende-se por suficiente os itens comentados.

A da análise dos conceitos de gestão de ativos necessários para estruturar um terminal de produtos de petróleo para a aplicação do INI pode ser desenvolvida diretamente pelas normas ISO 5500x de 2014, com auxílio de conceitos de gestão consagradas. Porém o desenvolvimento da ferramenta de análise financeira e de risco de acidente de trabalho demanda o levantamento das atividades necessárias para executar o serviço de INI, assim como todos os seus tempos e custos envolvidos.

As técnicas de INI aplicadas podem variar um pouco, segundo a ABNT NBR 16455. Logo para o desenvolvimento deste trabalho, foi necessário determinar quais técnicas seriam utilizadas e seus quantitativos. As técnicas escolhidas foram:



- Inspeção com US pulso eco cabeçote angular;
- Inspeção com Mapeamento por US (C-Scam);
- Inspeção com Medição de espessura por ultrassom.

Segundo a ABNT NBR 1645 (2016, p. 33):

A natureza da degradação esperada para cada zona costuma variar, assim como a efetividade requerida para a inspeção. É importante considerar a aplicação de um método e técnica de END específico para cada zona considerada.

O que, portanto, fundamenta também os critérios de inspeção acima mencionados.

## 1.2 OBJETIVOS

### 1.2.1 Objetivo Geral

Analisar e definir os requisitos das normas NBR ISO 5500X necessários para implantar inspeções não intrusivas em vasos de pressão e esferas de armazenamento de GLP em um terminal de produtos derivados de petróleo.

Propor uma abordagem aos requisitos mencionados no parágrafo acima, baseado nas teorias consagradas de gestão de empresas.

Definir uma metodologia para a análise financeira e riscos de acidente de trabalho no uso de INI em vasos de pressão e esferas de armazenamento de GLP em um terminal aquaviário de derivados de petróleo.

### 1.2.2 Objetivos Específicos

Para a análise do resultado da INI para equipamentos NR-13, deve-se ter claro os ganhos com a utilização desta técnica e compará-los com a forma que sempre foi feito anteriormente. Diante disso, analisaremos os ganhos financeiros, bem como os ganhos relacionados à diminuição de exposição ao risco de acidente de trabalho e, ao fim, compará-los com a inspeção feita sem que a técnica de INI sejam utilizadas.

Para a análise dos ganhos financeiros deve-se identificar e quantificar os custos do lucro cessante, os custos da mão de obra para aplicar as técnicas de INI e para a abertura do equipamento.

Para a análise da diminuição do risco de acidente do trabalho deve-se identificar os serviços que serão realizados no caso de aplicar as técnicas de INI e de não as aplicar, quantificando a mão de obra necessária para cada uma das situações.

Com as informações de custos e de riscos de acidente do trabalho, deve-se desenvolver a ferramenta de análise a partir da metodologia definida.

### 1.3 JUSTIFICATIVA

O lucro é, ao menos uma das razões de existir de qualquer instituição com fins lucrativos. E a sobrevivência de uma organização em um mercado competitivo depende primeiramente de seu resultado financeiro.

Conforme apresentado nos itens anteriores, a aplicação da INI resulta em ganho financeiro por evitar custos de parada de equipamentos, diminuição de serviços relacionados a parada de equipamentos e serviços de inspeção interna. Utilizando os conceitos de gestão de ativos para estruturar a gestão dos ativos que permitem a INI, depara-se com a necessidade de analisar o resultado alcançado com esta técnica de inspeção. Conforme a ABNT NBR ISO 55000 (2014, p. 5), “ao planejar como alcançar os objetivos da gestão de ativos, a organização deve determinar e documentar: [...] como os resultados serão avaliados”.

Evitar acidentes de trabalho também está diretamente relacionado ao resultado da empresa, além de sua imagem. Acidentes de trabalho acarretam em perdas financeiras. As perdas financeiras podem vir através de indenizações, paradas de produção, multas entre outras diretas e indiretas.

Uma forma direta de prejuízo financeiro é pela possibilidade de aumento da alíquota de “Seguro de Acidente do Trabalho” (SAT) ou também conhecido como “Grau de Incidência de Incapacidade Laborativa Decorrentes de Riscos Ambientais do Trabalho” (GIRALT) pagos ao governo, pelas empresas. Esta alíquota pode aumentar com o aumento da frequência, gravidade e custos dos acidentes de trabalho, conforme a lei n. 10.666/2003 e pelo Decreto n. 3.048/1999, onde foi

determinado um fator de multiplicação (FAP – Fator Acidentário de Prevenção ) aplicado ao SAT.

Para uma empresa se manter competitiva, outra questão importante é a melhoria contínua. Mas, para saber se de fato está ocorrendo a melhoria, deve-se ter métodos e métricas de análise. Um método para gerenciar a melhoria contínua é o ciclo PDCA, que também é colocado pela ISO 55000 como um dos principais métodos de gestão. Segundo Marshall Junior (2010, p.94),

O Ciclo PDCA é um método gerencial para a promoção da melhoria contínua e reflete, em suas quatro fases, a base da filosofia do melhoramento contínuo. Praticando-as de forma cíclica e ininterrupta, acaba-se por promover a melhoria contínua e sistemática na organização, consolidando a padronização de práticas.

Portanto estruturar este planejamento baseado em uma abordagem por sistema de gestão para gestão de ativos pode evitar erros no processo de estruturação, que podem ser desde comprometimento da liderança à tomada de decisão equivocada. Usando-se um sistema de gestão de ativos para abordagem dos equipamentos NR-13 pressupõe que as ferramentas e critérios para a tomada de decisão que validará o uso da INI foram bem definidos.

Diante disso, com a mudança da gestão de ativos para um formato em que se analisa um pequeno conjunto de ativos de uma empresa, observa-se uma mudança de visão de gestão empresarial e quebra de paradigma. Os resultados, sendo alcançados, podem ser um incentivo para que esta visão de gestão se multiplique para o restante dos ativos. A cultura organizacional começa a ser mudada também, com a gestão focada em toda o ciclo de vida dos ativos que geram valor à organização.

#### 1.4 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Conforme descrito no conjunto das normas ISO 5500X de 2014, cada tipo de negócio tem suas particularidades que devem ser compreendidas e consideradas em uma estruturação de gestão de ativos. Para cada tipo e indústria cada ativo pode ter uma importância diferente e gerar valor de forma diferente. Logo, é necessário contextualizar as análises em um tipo de organização. No caso, este trabalho é baseado em um terminal de produtos derivados de petróleo, onde há atividades de recebimento e envio de produtos por navio, duto ou caminhões.

Para analisar a o planejamento necessário para aproveitar a oportunidade de realizar a INI, baseado nas normas ISO 55000, as próprias normas são analisadas e as particularidades de um terminal de derivados de petróleo são identificados. Conceitos relacionados com as particularidades são apresentadas para justificar as escolhas deste trabalho.

Para desenvolver as ferramentas de tomada de decisão financeira serão levantados custos de mercado de atividades necessárias para a inspeção de vasos como segue:

1) Para intervenção sem INI:

- Custo de condicionamento do equipamento para parada;
- Custo do lucro cessante;
- Custo da mão de obra para execução da parada;
- Custo da inspeção sem técnica de INI;
- HHE ao risco para intervenção sem INI.

2) Para técnica de INI:

- Custo do lucro cessante;
- Custo da inspeção com técnica de INI;
- HHE ao risco para intervenção com INI.

Para desenvolver as ferramentas de análise financeira serão levantados Homem-Hora de Exposição ao Risco (HHER) baseado em serviços semelhantes e estudos de tempos e movimentos como segue:

- HHER para parada do equipamento, considerando bloqueios necessários e condicionamento para acesso;
- HHER para preparação para inspeção interna;
- HHER para preparação para inspeção externa;
- HHER para Inspeção interna;
- HHER de inspeção com INI.

Com os dados acima, baseados nos conceitos apresentados, são definidas as melhores ferramentas para análise financeira e de riscos de acidente, resultando em uma ferramenta de tomada de análise.

## 1.5 ESTRUTURA DO TRABALHO

Este trabalho está estruturado em cinco etapas necessárias para analisar o problema e chegar aos resultados.

A primeira etapa é a análise de um terminal de derivados de petróleo, quanto às suas características, objetivos e ativos. Nesta etapa é identificado onde os ativos regidos pela NR-13 estão dentro da cadeia de valor do terminal.

A segunda etapa é a análise da norma NR-13 no que tange a aplicação da INI, identificando os problemas a serem resolvidos e etapas a serem cumpridas para o uso da técnica.

A terceira etapa é a análise do conjunto das normas NBR ISO 5500X para a gestão dos ativos regidos pela NR-13 em um terminal de derivados de petróleo. Os conceitos e os requisitos identificados são aplicados diretamente aos requisitos de certificação para utilização da INI identificados na etapa anterior.

A quarta etapa é a escolha da melhor metodologia de análise financeira e de segurança do trabalho da utilização da INI para avaliar os resultados de sua aplicação.

A quinta etapa, por fim, consiste no levantamento de dados necessários para aplicação da metodologia de análise definida e o desenvolvimento da ferramenta.

## **2 TEMA OU ÁREA DE APLICAÇÃO**

Para entender a aplicação da metodologia de INI no contexto de Gestão de Ativos em um Terminal Aquaviário de Produtos Derivados de Petróleo, começaremos entendendo os conceitos de Gestão de Ativos, o qual representa o contexto mais amplo de aplicação – pode-se ser aplicado em qualquer tipo de empresa e em qualquer tipo de ativo.

Afinal, conforme a ISO 55001, para haver um sistema de gestão de ativos eficiente e eficaz, devemos entender o contexto ao qual a empresa está inserida. Assim, “a organização deve determinar as questões internas e externas que são pertinentes para as suas finalidades e que afetam a sua habilidade de alcançar o(s) resultado(s) pretendido(s) de seu sistema de gestão de ativos” (ISO 55001, 2014, p. 1). Ressalta-se que somente depois de haver o entendimento amplo do contexto empresarial é que se pode, por fim, fazer a análise de um ativo.

Em seguida é analisada a metodologia de INI, que pode ser aplicada em vasos de pressão em qualquer tipo de empresa a os utilize. Em um contexto mais restrito, é apresentado um Terminal Aquaviário de Produtos de Derivados de Petróleo é explicado, com suas características específicas que implicam em soluções customizadas.

Dentro do terminal são identificados os equipamentos onde a INI pode ser aplicada e suas características. Por fim, como este trabalho apresenta um exemplo de aplicação de INI em um vaso de pressão, ele será apresentado, mostrando suas características.

### **2.1 GESTÃO DE ATIVOS**

Para que uma empresa possa atingir o melhor resultado através de seus ativos, sejam eles físicos ou não, sejam eles tangíveis ou não, é fundamental que tenha atenção a todo o ciclo de vida e de utilização dos seus ativos.

Para que possamos compreender a gestão de ativos, utilizamos neste trabalho o conjunto de normas ISSO 5500X, que tem por objetivo apresentar um sistema de gestão de ativos que pode ser usada em qualquer segmento empresarial, para todo o ciclo de vida de seus ativos.

Para iniciar a compreensão de gestão de ativos vemos uma definição segundo a ABNT NBR ISO 55000 (2014, p. 5) do que é gestão de ativos:

Um sistema de gestão de ativos é um conjunto de elementos inter-relacionados e interagidos de uma organização, cuja função é estabelecer a política e objetivos de gestão de ativos e os processos necessários para alcançar esses objetivos.

Porém, o foco deste trabalho é em apenas um período da vida de um tipo de ativo físico, em um determinado tipo de segmento empresarial. Estes ativos são os equipamentos que podem ser aplicadas as técnicas de INI para postergação de inspeção interna, durante o período de operação deles.

Conforme a ABNT NBR ISO 55000, podemos utilizar os conceitos da norma, mesmo antes de um sistema de gestão estar implantado, conforme é visto a seguir (2014, item 2.5.2):

O processo de implementação de um sistema de gestão de ativos pode exigir um esforço significativo de tempo e despesas, no entanto, a organização não precisa esperar até que todo o sistema esteja totalmente em operação para começar a usufruir de seus benefícios. Os benefícios ou “resultados rápidos”, em áreas com redução de riscos, identificação de oportunidades ou melhoria de processos, podem ser identificados no início da implementação e explorados para demonstrar retornos e ganhar maior apoio das partes interessadas.

Para entender onde se situa o ativo e o sistema de gestão, uma figura apresentada nas normas ISO 5500x é auto explicativa:

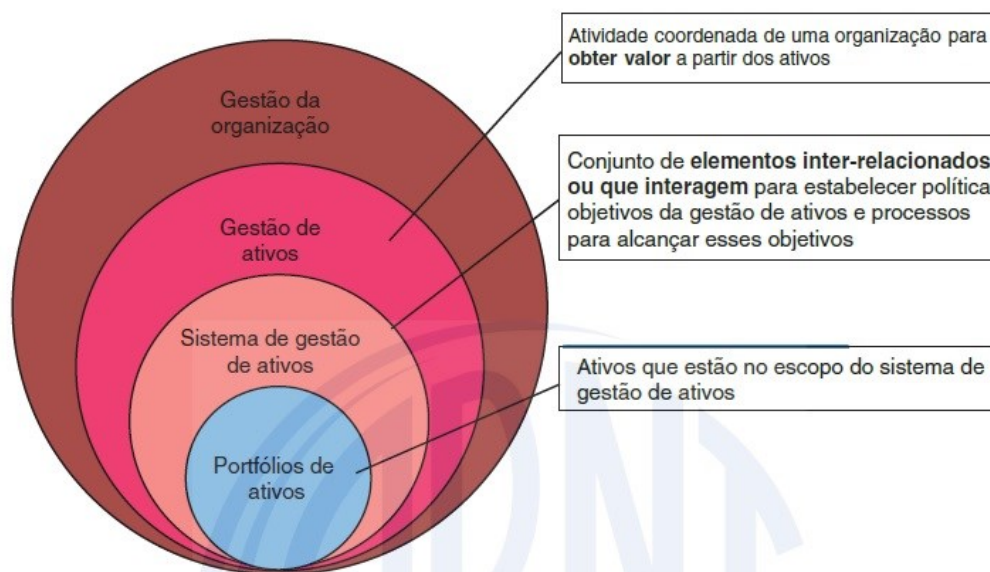


FIGURA 1 – Ativos dentro dos sistemas da organização

Entretanto, o foco também foi dado em apenas uma fase do ciclo de vida dos ativos, que é sua plena operação. Não serão analisados itens do conjunto das normas ISO 5500x que não dizem respeito a esta fase dos seus ciclos de vida.

O conjunto das normas NBR ABNT ISO 5500x é formado por três normas, as quais em seguida vemos a função de cada uma delas, que são a ISO 55000, ISO 55001 e ISO 55002.

A norma NBR ABNT ISO 55000, segundo ela própria, tem finalidade de ter “visão geral de gestão de ativos e sistemas de gestão de ativos” (ISSO 55000, 2014, item 0.1). Portanto ela não define requisitos para um sistema de gestão de ativos, apenas oferece subsídios para o seu entendimento.

A norma NBR ABNT ISO 55001, segundo ela própria,

Especifica os requisitos para o estabelecimento, implementação, manutenção e melhoria de um sistema de gestão para gestão de ativos, referenciado como um “sistema de gestão de ativos” (ISO 55001, 2014, item 1).

A norma NBR ABNT ISO 55002, segundo ela própria, (2014, p. vi),

Contém um texto explicativo, necessário para esclarecer os requisitos especificados na ABNT NBR ISO 55001 e fornece exemplos para apoiar sua implementação. Ela não fornece diretrizes para o gerenciamento de tipos específicos de ativos.

Ou seja, serve de base de informações para a implantação dos requisitos contidos na norma ISO 55001.



Para desenvolver o entendimento de como a INI pode ser tratada dentro de um sistema de gestão de ativos, serão analisados os requisitos da NBR ABNT ISO 55001 que podem ser aplicados no caso estudado (vaso de pressão).

No capítulo a seguir serão apresentados e discutidos os itens da N-55001 que serão aplicados para a implantação e análise de viabilidade da INI para postergação de inspeção interna de vasos.

Entretanto uma das análises feitas neste trabalho é sobre o ganho financeiro da aplicação da INI. Porém a norma ISO 55001 não especifica requisitos financeiros para o gerenciamento dos ativos, conforme a própria norma cita na nota 2 do item 1 Escopo:

Esta norma não especifica requisitos financeiros, contábeis ou técnicos para o gerenciamento de ativos”. Portanto não basta a orientação das normas, é necessário desenvolver a ferramenta financeira adequada para a gestão de ativos (ISSO 55001, 2014, item1).

Portanto apenas seguir os requisitos das normas não é o suficiente, é necessário desenvolver as ferramentas e métricas de análise financeira.

## 2.2 APLICAÇÃO DA INI

Para uma empresa conseguir aplicar a INI e postergar a inspeção interna dos equipamentos que foram incluídos na NR-13, primeiramente deve ter sido prevista em sua estrutura organizacional um “Serviço Próprio de Inspeção de Equipamentos” ou SPIE, conforme é requisito da própria NR-13, na Portaria Nº 1.082, de 18 de Dezembro de 2018:

Art. 2º Os estabelecimentos de empresas que possuem Serviço Próprio de Inspeção - SPIE e que optarem por aplicar a metodologia de Inspeção Não Intrusiva - INI, conforme previsto nesta Norma, devem realizar uma inspeção piloto com acompanhamento em todas as suas etapas pelo Organismo de Certificação de Produto - OCP de SPIE e pela representação sindical na Comissão Nacional Tripartite Temática da NR-13 - CNTT NR-13, ou por representante por ela indicado, que avaliarão o processo para deliberação na Comissão de Certificação de SPIE-COMCER.

O SPIE está previsto no anexo II da NR-13 e é certificado pelo INMETRO. Em seu anexo II, a NR-13 prevê quais são os requisitos para se estruturar um SPIE e, conseqüentemente, conseguir as vantagens de uma empresa pode obter na NR-13:

Antes de colocar em prática os períodos especiais entre inspeções, estabelecidos nos subitens 13.4.4.5, alínea “b” do 13.5.4.5, 13.6.3.3 e 13.7.3.3 da NR13, os "Serviços Próprios de Inspeção de Equipamentos" da empresa, organizados na forma de setor, seção, departamento, divisão, ou equivalente, devem ser certificados por Organismos de Certificação de

Produto OCP acreditados pela Coordenação Geral de Acreditação do Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia Cgcre/INMETRO, que verificarão por meio de auditorias programadas o atendimento aos seguintes requisitos mínimos expressos nas alíneas “a” a “h”.

- a) Existência de pessoal próprio da empresa onde estão instalados caldeiras, vasos de pressão, tubulações e tanques, com dedicação exclusiva a atividades de inspeção, avaliação de integridade e vida residual, com formação, qualificação e treinamento compatíveis com a atividade proposta de preservação da segurança;
- b) Mão de obra contratada para ensaios não destrutivos certificada segundo regulamentação vigente e, para outros serviços de caráter eventual, selecionada e avaliada segundo critérios semelhantes ao utilizado para a mão de obra própria;
- c) Serviço de inspeção de equipamentos proposto com um responsável pelo seu gerenciamento formalmente designado para esta função;
- d) Existência de pelo menos 1 (um) PH;
- e) Existência de condições para manutenção de arquivo técnico atualizado, necessário ao atendimento da NR13, assim como mecanismos para distribuição de informações quando requeridas;
- f) Existência de procedimentos escritos para as principais atividades executadas;
- g) Existência de aparelhagem condizente com a execução das atividades propostas;
- h) Cumprimento mínimo da programação de inspeção.

A certificação de SPIE e a sua manutenção estão sujeitas a Regulamento específico do INMETRO.

A empresa, possuindo um SPIE em sua estrutura, pode obter uma certificação para os ensaios de INI com propósito de postergar as devidas inspeções internas dos equipamentos, baseado na NR-13, conforme texto da Portaria número 1082, de 18 de dezembro de 2018:

Art. 2º Os estabelecimentos de empresas que possuem Serviço Próprio de Inspeção - SPIE e que optarem por aplicar a metodologia de Inspeção Não Intrusiva - INI, conforme previsto nesta Norma, devem realizar uma inspeção piloto com acompanhamento em todas as suas etapas pelo Organismo de Certificação de Produto - OCP de SPIE e pela representação sindical na Comissão Nacional Tripartite Temática da NR-13 - CNTT NR-13, ou por representante por ela indicado, que avaliarão o processo para deliberação na Comissão de Certificação de SPIE - COMCER.

As empresas que pretendem utilizar o INI devem cumprir alguns requisitos conforme vemos no trecho da norma NR-13 a seguir:

13.5.4.7 As empresas que possuam SPIE certificado conforme Anexo II desta Norma podem executar, em vasos de pressão de categorias I e II, uma INI, de acordo com a metodologia especificada na norma ABNT NBR 16455, desde que esta seja obrigatoriamente sucedida por um exame visual interno em um prazo máximo correspondente a 50 % (cinquenta por cento) do intervalo determinado na alínea "b" do subitem 13.5.4.5 desta Norma.

Ou seja, as empresas que aplicarem a INI poderão postergar em 50% o tempo de inspeção interna, porém não deixarão de executar inspeções internas.

Para um SPIE executar a INI, este deve se certificar primeiro. Para a certificação devem-se atender diversos requisitos e preparar uma inspeção piloto que é acompanhada pelos órgãos certificadores.

Para a inspeção piloto deve-se identificar um equipamento que possa passar pelo processo de INI, que será denominado equipamento elegível. Em seguida é seguido o fluxograma para executar o processo de INI, determinado na ABNT NBR 16455 conforme a figura abaixo:

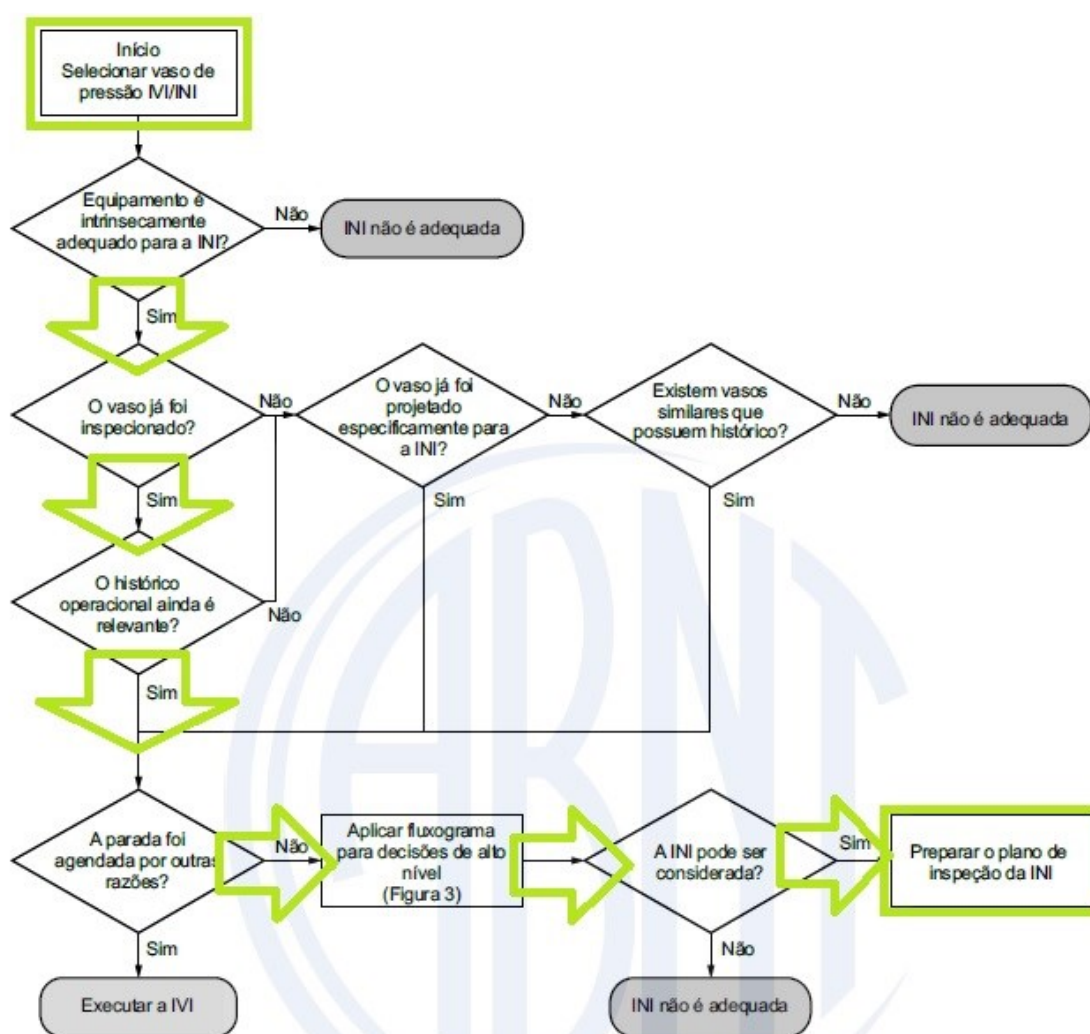


FIGURA 2 – Fluxograma INI

Para a certificação no INI, após executar a inspeção piloto e atender todos os requisitos necessários para a certificação, que não serão detalhados neste trabalho, deve haver em seguida uma inspeção interna para que os resultados obtidos na INI sejam correlacionados com a inspeção interna. Os resultados devem ser os mesmos.



### 2.3 TERMINAL AQUAVIÁRIO DE PRODUTOS DERIVADOS DE PETRÓLEO

Um Terminal Aquaviário de Produtos Derivados de Petróleo é uma unidade de recebimento, estocagem e bombeio de produtos derivados de petróleo, que faz parte da cadeia logística da indústria do petróleo. O recebimento e envio dos produtos pode ocorrer via marítima ou via terrestre por caminhões, trens ou dutos. A estocagem da maioria dos produtos é feita através de tanques, exceto a estocagem de GLP ou GNV que ocorre através de esferas. O envio dos produtos derivados do petróleo pode ser a partir de dutos, caminhões ou trens também.

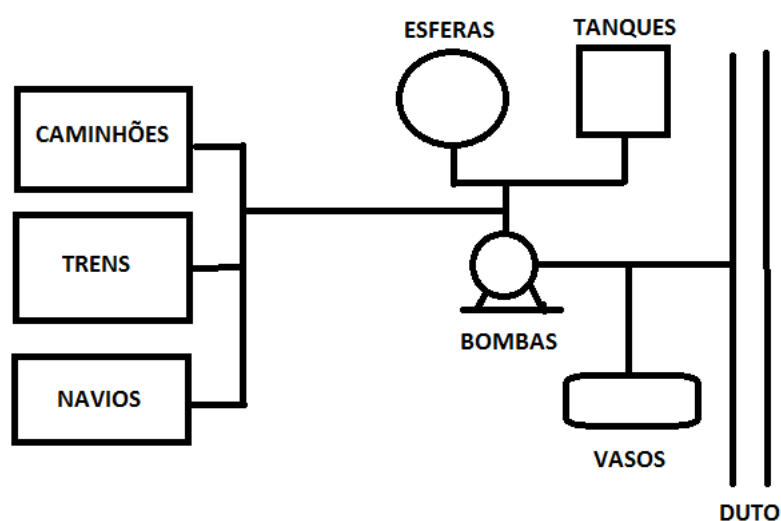


FIGURA 3 – Desenho esquemático de um terminal Aquaviário de produtos derivados de petróleo

Para a estocagem em esferas é necessário haver também vasos para que seja possível aliviar eventuais sobrepressões e receber interface de produtos. A interface de produtos ocorre quando há um produto no duto e outro produto entra no duto – há uma faixa de produto que fica misturado, perdendo as características de qualidade de ambos produtos. Esta faixa de produtos misturados deve ser separada para garantir a qualidade dos produtos. No caso de bombeio de GLP em duto, por questões de compatibilidade de substâncias e outras questões técnicas, sempre antes e depois do GLP deve haver gasolina no duto, conforme figura 4, e a interface gasolina-GLP é armazenada em um vaso para posteriormente ser tratada.

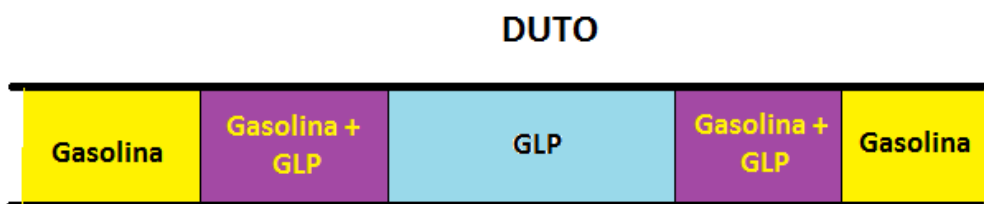


FIGURA 4 – Duto com GLP, gasolina e interface (gasolina + GLP)

Dentre os equipamentos típicos mostrados acima, os que devem seguir as normas da NR-13 e pode ser aplicado a INI são as esferas e os vasos. Nas figuras a seguir estão desenhos típicos de esferas e vasos de pressão:

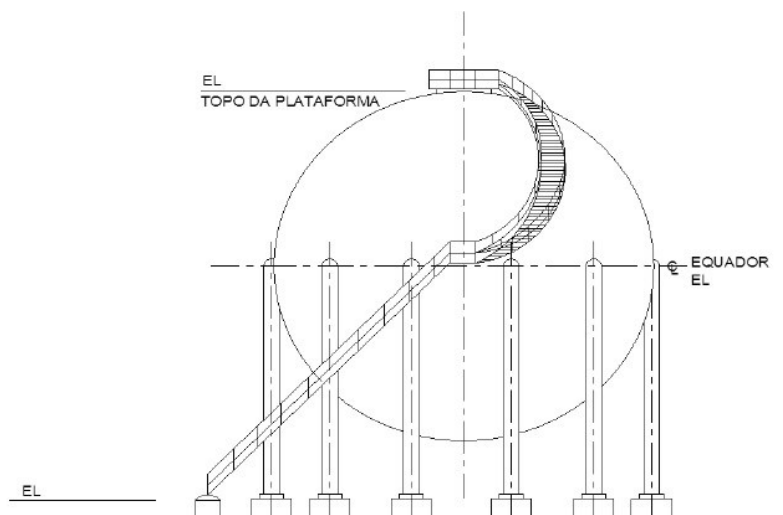


FIGURA 5 – Desenho típico de uma esfera

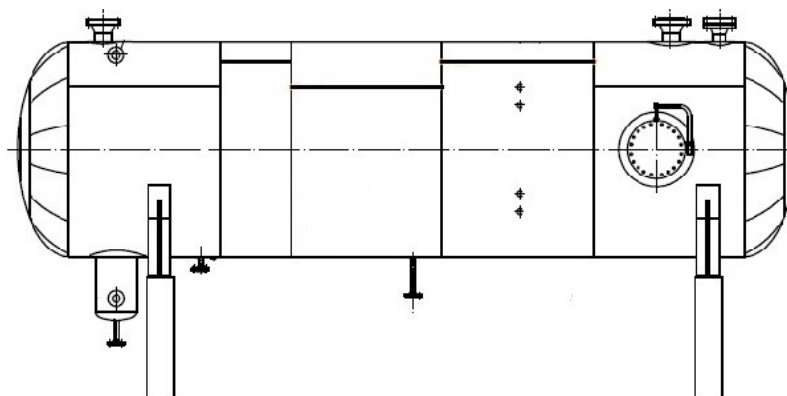


FIGURA 6 – Desenho típico de um vaso

Os vasos são os equipamentos escolhidos para serem estudados neste trabalho e servem de exemplo de aplicação da INI. No entanto, há diversos tamanhos de vasos que podem ser aplicados em um sistema de GLP em um terminal. E a forma construtiva do vaso também pode variar, conseqüentemente variando a quantidade de inspeções e de atividades de preparação.

Assim, mesmo que não definamos neste trabalho um tamanho de vaso e tampouco a quantificação daquelas atividades que são, através dele, necessárias, o tempo de execução para cada vaso será aproximado em 10 metros de comprimento e 3 metros de diâmetro, com formato próximo ao vaso representado na figura 6.

Na indústria do petróleo e gás acidentes operacionais podem facilmente alcançar conseqüências catastróficas. Basta uma procura rápida na internet para encontrar diversos acidentes em refinarias, plataformas de petróleo, navios petroleiros ou de derivados e assim em diante. Portanto não é citado aqui nenhum em específico, mas intuitivamente é possível entender que os cuidados com a segurança operacional são extremamente importantes neste ramo. Um dos cuidados com a segurança operacional comum na indústria do petróleo e gás é o controle de energias perigosas quando é feita uma intervenção no processo industrial.

O conceito de bloqueio de energias perigosas é garantir que nenhuma energia, de nenhum tipo, possa ser liberada enquanto é feita uma intervenção em uma planta industrial. É mais claro entender através de um exemplo: para que se possa realizar uma inspeção da parte interna de um vaso de pressão é fundamental que sejam bloqueadas todas as suas entradas, bem como todas as suas saídas. Caso o bloqueio não ocorra, o risco de exposição a um acidente de trabalho é substancialmente aumentado, dado o fato de que gases ou outros produtos líquidos potencialmente tóxicos submetidos a uma alta pressão, ou mesmo inflamáveis ou explosivos, podem ser rapidamente liberados no interior do vaso, causando, assim, um acidente de trabalho.

Dado o risco elevado, os bloqueios podem ser realizados por fechamento de válvulas, mas muitas vezes combinados com a instalação de raquetes ou flanges cegos junto às válvulas para haver um duplo bloqueio e garantir que não haverá nenhuma passagem de produto.

Outra questão importante para entender a indústria do petróleo e gás são as questões relacionadas às paradas operacionais. Não é possível dar um exemplo detalhado aqui, necessitaria de um capítulo inteiro. Mas as questões principais são

os custos logísticos que uma parada operacional demanda, o risco de desabastecimento de uma região do país e os custos do lucro cessante.

Os custos logísticos podem ser muito altos pois envolvem, muitas vezes, custos com fretes de navios, paradas operacionais de navios (*off hire*) por esperas por atracar em um porto ou desvios de rota. Os custos envolvem muitas vezes mudar temporariamente a matriz logística, como por exemplo deixar de transportar por dutos e ter que transportar por caminhões, o que tem um custo muito mais alto.

Pode haver também um risco de desabastecimento de uma região de algum produto, caso a parada seja extensa suficiente e não haja outros recursos logísticos para substituir o que esteja fora de operação.

O lucro cessante é um conceito comum em toda a indústria, porém na indústria do petróleo e gás pode alcançar valores muito altos, uma vez que é um ramo da indústria que envolve altos valores financeiros.

## 2.4 SÍNTESE E CONCLUSÃO DO CAPÍTULO

Neste capítulo foram apresentadas, ainda que de forma resumida, as normas ISO 5500X que orientam um sistema de gestão de ativos. Os conceitos destas normas orientaram este trabalho quanto a visão de gestão de um ativo e a importância de medição de resultados e seus registros. Em seguida foi apresentado alguns requisitos da norma NR-13 que proporcionou a oportunidade de aplicação da INI. Definiu-se um tipo de organização para a aplicação da INI e, portanto, foram apresentadas as características de um terminal aquaviário de derivados de petróleo. Por fim, para a análise da aplicação da INI, escolheu-se um equipamento do terminal, que foi um vaso de pressão, o qual também foi aqui apresentado.

Entendendo o contexto da aplicação da INI, as análises dos resultados podem ser realizadas, pois são conhecidos os fatores que as influenciam. Conhecendo os conceitos de gestão de ativos, pode-se justificar investimentos como o uso da INI e os benefícios que podem advir de uma gestão com foco em ativos.

Com o conhecimento de como funciona um terminal de derivados de petróleo, entende-se as questões do negócio que influenciam seu desempenho, como continuidade operacional e custos logísticos.



No próximo capítulo serão estudados os conceitos que serão aplicados para que se possa realiza uma estruturação da gestão do ativo “vaso de pressão”, tendo o seu foco na gestão de ativos, bem como na justificativa e aplicação da INI.

Serão também apresentados os conceitos para a análise financeira da aplicação da INI e os conceitos de segurança do trabalho que, aplicados dentro do contexto apresentado neste capítulo, justificam sua análise quando aplicada a INI.

### 3 REFERENCIAL TEÓRICO

A análise de viabilidade financeira e de riscos de segurança para decisão e avaliação da utilização a técnica de INI é facilitada se é utilizado um exemplo prático que possa ser mensurável.

Diante disso, neste trabalho foi utilizado como exemplo um vaso de pressão que, por sua vez, é utilizado em recebimento de interface de GLP e gasolina, conforme apresentado no capítulo anterior.

Desta forma é possível saber o quantitativo de inspeções a serem realizadas em cada caso e medir seus custos e exposição ao risco de acidente.

#### 3.1 CONCEITOS DE ANÁLISE ECONÔMICA

Para a análise da utilização do INI sob o aspecto financeiro, foi utilizada a análise de viabilidade econômica, comparando-se os custos de realizar a parada do vaso com a inspeção interna e os custos da inspeção não intrusiva.

Já para realizar a análise de custos, foram identificados os trabalhos a serem realizados em cada um dos casos, assim como seus respectivos materiais, ferramentas, equipamentos e mão de obra necessários.

Cada trabalho a ser realizado para cada caso, foi desmembrado em atividades típicas de cada especialidade, como por exemplo lixamento de superfície, montagem de andaime, etc. E, para cada atividade, foi definido um quantitativo de serviço, como por exemplo uma quantidade de metros quadrados de lixamento, uma quantidade de metros cúbicos de montagem de andaime, etc.

Com as atividades definidas e suas quantidades definidas é necessário definir uma produtividade para cada atividade. E cada atividade tem uma métrica específica. Por exemplo, no caso de lixamento de superfície a métrica pode ser metros quadrados por hora lixados.

Com as métricas bem definidas e o quantitativo definido a partir do exemplo adotado para análise, definiu-se uma produtividade para cada um dos serviços.

No entanto, ressalta-se que a a comparação dos custos não é feita de forma direta, uma vez que, realizando-se o INI, obtemos como resultado uma postergação da inspeção interna do vaso. Assim, identifica-se que, não sendo um substituto direto para a técnica de inspeção interna, a análise financeira deve considerar um

período do ciclo de vida do equipamento, e aplicar os conceitos de engenharia econômica.

Por fim, como resultados da análise econômica, é possível que se verifique também o quanto poderá ser economizado em diversos momentos do ciclo de vida do equipamento, trazendo os valores para o valor presente líquido.

### 3.2 CONCEITOS DE SEGURANÇA DO TRABALHO

Conforme já descrito no item anterior, os serviços e seus respectivos quantitativos foram determinados para cada tipo de serviço. Cada serviço, a princípio, tem um risco diferente de acidente pessoal. Por exemplo o risco de realizar um lixamento dentro de um espaço confinado é diferente de realizar o mesmo serviço sem estar em espaço confinado.

Vejamos o conceito de risco, segundo a norma ABNT NBR ISO 31000:

Efeito da incerteza nos objetivos:

Nota 1 de entrada: Um efeito é um desvio em relação ao esperado. Pode ser positivo, negativo ou ambos, e pode abordar, criar ou resultar em oportunidades e ameaças.

Nota 2 de entrada: Objetivos podem possuir diferentes aspectos e categorias, e podem ser aplicados a diferentes níveis.

Nota 3 de entrada: Risco é normalmente expresso em termos de fontes de risco (3.4), eventos (3.5) potenciais, suas consequências (3.6) e suas probabilidades (3.7).

Conforme a nota 3 da ISO 31000, mencionada acima, riscos estão diretamente relacionados com os eventos, suas consequências e suas probabilidades.

Como definição de evento, na mesma ISO 31000 temos:

Evento, ocorrência ou mudança em um conjunto específico de circunstâncias:

Nota 1 de entrada: Um evento pode consistir em uma ou mais ocorrências e pode ter várias causas e várias consequências (3.6).

Nota 2 de entrada: Um evento pode também ser algo que é esperado, mas não acontece, ou algo que não é esperado, mas acontece.

Nota 3 de entrada: Um evento pode ser uma fonte de risco.

Para a gestão de riscos ser possível, deve-se identificar medidas de controle, como podemos verificar na definição de gestão de riscos pela ISO 31000:

Gestão de riscos:

Atividades coordenadas para dirigir e controlar uma organização no que se refere a riscos.

E também na definição de controle:

Controle, medida que mantém e/ou modifica o risco (3.1)

Nota 1 de entrada: Controles incluem, mas não estão limitados a qualquer processo, política, dispositivo, prática, ou outras condições e/ou ações que mantêm e/ou modificam o risco.

Nota 2 de entrada: Controles podem nem sempre exercer o efeito modificador pretendido ou presumido.

Logo, podemos fazer uma correlação entre riscos, eventos, probabilidades, consequências e medidas de controle:

Risco (de um determinado evento) = probabilidade (de ocorrer o evento)\*consequências (da ocorrência do evento) / medidas de controle (para evitar o evento (indesejado))

Sendo possível controlar ou modificar os aspectos que influenciam o risco, seja a probabilidade, consequência ou medidas de controle estaremos modificando o risco de acidente, por exemplo.

A probabilidade de ocorrer o acidente pessoal pode ser trabalhada usando-se os conceitos de confiabilidade humana. Há diversos estudos sobre confiabilidade humana, como por exemplo em GORDON (1998), em "*The contribution of human factors to accidents in the offshore oil industry*", que indicam os principais fatores que contribuem com a falha humana em manutenção e suas principais formas de serem evitadas. Entre as principais formas de melhorar a confiabilidade humana é treinamento, procedimentos de execução de trabalho, controlar estresse, entre outros.

As consequências de um acidente pessoal também podem variar e ser modificado. Por exemplo, o uso de EPI adequado e a qualidade do EPI fazem diferença nas consequências de um acidente. Os EPIs não evitam acidentes, mas são projetados para mitigar suas consequências.

A ferramenta usada para executar um determinado serviço também pode alterar as consequências de um acidente. Um exemplo é comparar um serviço de lixamento com ferramenta elétrica rotativa com o mesmo serviço de lixamento manual. O serviço usando a ferramenta elétrica rotativa terá maior produtividade e, portanto, será realizada em menor tempo, com uma quantidade de homem hora de exposição ao risco (HHER) menor. Porém as consequências de um acidente com uma ferramenta elétrica rotativa são intuitivamente muito maiores que realizando um lixamento manual, podendo ocorrer cortes no executante com gravidade que pode variar dependendo do local e profundidade.

As medidas de controle para evitar o acidente pessoal também podem variar bastante. Entre muitas medidas de controle, podemos citar boas condições de

equipamentos e ferramentas, profissional experiente, prover iluminação adequada, prover ergonomia adequada, inspeções de segurança, etc.

Logo, como vimos, o risco pode variar muito dependendo de inúmeros fatores. Então, como podemos comparar o serviço de inspeção interna com o INI em termos de segurança do trabalho? Para o propósito deste trabalho, cujo foco não é unicamente segurança do trabalho, foi usado o conceito de Homem Hora de Exposição ao Risco (HHER).

De acordo com a ABNT NBR 14280 (2001) – Cadastro de Acidente de Trabalho – Procedimento e classificação, o HHER é calculado da seguinte maneira:

As horas-homem são calculadas pelo somatório das horas de trabalho de cada empregado.

NOTA - Horas-homem, em um certo período, se todos trabalham o mesmo número de horas, é o produto do número de homens pelo número de horas. Por exemplo: 25 homens trabalhando, cada um, 200 h por mês, totalizam 5 000 horas-homem.

Diante disso, ao retomarmos o conceito de risco, podemos eliminar o evento, ou seja, a exposição do profissional a ocorrer o evento ou diminuir o tempo de exposição em relação ao evento, diminuindo, assim, a probabilidade de sua ocorrência, ao considerarmos o tempo de exposição ao risco. Diante disso, podemos medir esta exposição ao risco com HHER.

Desta forma conseguimos comparar diversos trabalhos diferentes com uma mesma métrica que está diretamente relacionada com o tempo de execução dos serviços.

Os acidente de trabalho trazem também prejuízos financeiros para a empresa. Os prejuízos financeiros mais diretos são relacionados à falta do profissional em caso de afastamento, seja por deixar de produzir ou pelos custos de substituí-lo. São também por tratamentos médicos ou indenizações.

Além destas consequências mais diretamente relacionadas à possibilidade de ocorrência de acidentes do trabalho, notamos também o aumento do “Grau de Incidência de Incapacidade Laborativa Decorrentes de Riscos Ambientais do Trabalho” ou GILRAT.

Isto se dá devido ao Decreto 6.042/07 onde acrescentou-se o artigo 202-A ao Decreto 3.048/99 criando o Fator Acidentário de Prevenção (FAP), que é um multiplicador do GIRALT, que varia de 0,5 a 2,0. Ocorrendo acidentes com certa frequência em uma empresa, que gerem custos ao INSS, o risco desta empresa

pode aumentar aumentando o FAP e conseqüentemente o GIRALT, obrigando a empresa a pagar valores mais altos.

### 3.3 CONCEITOS DE GESTÃO DE ATIVOS

A utilização dos conceitos de gestão de ativos são essenciais para que possamos justificar a forma com que se dá a aplicação da INI. Diante disso, realizamos-na de forma que passasse por todos os requisitos da norma ABNT NBR ISO 55001, apesar deste trabalho não haver um foco em certificação de uma empresa na norma. Sendo assim, foram analisados os itens da norma que são pertinentes para o entendimento da aplicação da INI em um vaso de pressão em um terminal aquaviário de derivados de petróleo. Portanto, nos próximos parágrafos serão demonstrados os conceitos da norma ISO 55001 pertinentes.

No item 4.1 da norma ISO 55001, “a organização deve determinar as questões internas e externas que são pertinentes para suas finalidades e que afetam a sua habilidade de alcançar o(s) resultado(s) pretendido(s) de seu sistema de gestão de ativos”. Assim, podemos concluir que é necessário verificar quais são as questões internas e externas que a norma solicita serem determinadas, porém estas questões devem ter influência no resultado pretendido. Conclui-se, portanto, que primeiramente deve-se definir quais os resultados pretendidos com a gestão dos ativos.

Já em relação ao escopo dos ativos que estudamos neste trabalho, estão bem definidos por serem os que têm oportunidade de ganho com a revisão da NR-13 e que fazem parte de um terminal de produtos derivados de petróleo: vasos e esferas de gases de petróleo. A partir destes ativos, quais os resultados que a empresa pretende obter?

O objetivo de qualquer empresa é obter lucro a partir de suas atividades de negócio. Esta questão não diferencia um terminal aquaviário, mas é fundamental para entender os resultados esperados.

Uma vez que o terminal aquaviário está no meio de uma cadeia de suprimentos, sua disponibilidade em prestar seus serviços é básico para seu desempenho. Uma falta de disponibilidade, que pode afetar toda a cadeia deve ter conseqüências financeiras que afetam diretamente o resultado financeiro que é um de seus objetivos.

Podemos entender, portanto, que garantir a disponibilidade dos ativos que interferem na disponibilidade do terminal aquaviário, sendo assim um dos principais objetivos em relação à gestão dos seus ativos.

A aplicação do INI para postergar inspeções internas, que acarretam em paradas operacionais e, por consequência, impacto negativo no resultado, torna-se uma oportunidade. No item 6.1 da norma ISO 55001, diz que

Ao planejar o sistema de gestão de ativos, a empresa deve [...] determinar os riscos e oportunidades que necessitam ser tratados para:

- Dar garantia de que o sistema de gestão de ativos possa alcançar o(s) resultado(s) pretendido(s);
- Prevenir ou reduzir efeitos indesejados;
- Alcançar a melhoria contínua.

A parada operacional é um risco a ser tratado, assim como ao mesmo tempo a INI é uma oportunidade que deve ser tratada, de forma a garantir o alcance dos resultados pretendidos, prevenir ou reduzir resultados indesejados e alcançar a melhoria contínua.

Assim, seguindo o requisito da norma apresentado acima, como garantia de alcance dos resultados pretendidos, deve-se ter certeza que a aplicação da INI resultará em um resultado financeiro positivo. Para isto este trabalho propõe realizar a análise financeira.

Em relação a prevenção ou redução de efeitos indesejados, em relação ao risco de parada operacional, pode-se reduzir este efeito aplicando-se a INI. A parada ocorrerá para inspeção interna, porém com uma frequência menor, estendendo-se os prazos.

O tratamento da aplicação da INI se funde com o tratamento do risco de parada operacional em relação aos ativos do escopo definido. Para a aplicação da INI diversos novos conhecimentos devem ser desenvolvidos, uma vez que são novas técnicas de inspeção a serem aplicadas.

Em seguida, a ISO 55001, ainda no item 6.1 (Ações para tratar os riscos e oportunidades para o sistema de gestão de ativos), solicita à organização planejar:

- a) Ações para tratar estes riscos e oportunidades, considerando como estes riscos e oportunidades podem mudar com o tempo;
- b) Como:
  - Integrar e implementar ações dentro dos processos de seu sistema de gestão de ativos;
  - Avaliar a eficácia dessas ações

O risco de parada operacional dos equipamentos definidos no escopo deste trabalho em relação a regulação externa pode mudar em relação ao tempo. Os requisitos da NR-13 podem ser modificados, eliminados ou incluídos nas novas revisões da norma. Como ação o Terminal deve acompanhar estas mudanças e analisa-las. As oportunidades relacionadas a INI também estão diretamente ligadas a estas análises. Como um requisito básico para o uso da INI é ter SPIE, este acompanhamento e análise das revisões da NR-13 devem estar dentro dos processos do setor responsável pelo SPIE.

A avaliação da eficácia da ação, mencionada no parágrafo acima, ocorre de forma direta pela auditoria interna e externa do SPIE, onde são verificados se os procedimentos e trabalhos estão de acordo com as últimas revisões da NR-13. É um requisito do SPIE.

Além dos objetivos do Terminal, segundo a ISO 55001, item 6.2.1, devemos “considerar os requisitos das partes interessadas [...] no processo de planejamento da gestão de ativos.

Como demais partes interessadas podemos citar:

- Comunidade próxima ao terminal;
- Funcionários do terminal;
- Empresas prestadoras de serviço de INI;
- Profissionais de caldeiraria;
- Profissionais de inspeção;
- Demais unidades de negócios da cadeia produtiva de derivados de petróleo;
- Clientes finais de derivados de petróleo.

A comunidade próxima ao terminal pode ser afetada por um acidente em esferas ou vasos que contém gases de petróleo. O potencial de destruição de uma explosão é enorme. Neste trabalho não está sendo avaliada a técnica de INI quanto sua confiabilidade – está sendo considerada no mínimo igual a inspeção intrusiva. Logo, podemos inferir que o risco de acidente pode maior quanto mais houver intervenção no equipamento. A falha pode ser introduzida por erro humano. Sendo assim, o INI interfere menos no equipamento, diminuindo o risco.



Os funcionários do terminal têm interesse em segurança e no resultado financeiro da empresa, a qual seus salários dependem, por consequência a maior disponibilidade dos ativos para alcançar melhor resultado financeiro interessa.

Para as empresas especializadas em INI é uma oportunidade de prestarem seus serviços.

Os profissionais de caldeiraria podem entender a INI de uma forma negativa, pois haverá menos trabalho. Bloqueio do equipamento, abertura e preparações de superfície interna serão menos frequentes.

Os profissionais de inspeção têm uma oportunidade de aumentar seu conhecimento e seu valor, uma vez que o resultado de seus trabalhos terá consequência positiva direta no resultado financeiro do terminal.

Como mencionado anteriormente, as demais unidades de negócio da cadeia produtiva de derivados de petróleo se beneficia com a diminuição de paradas operacionais, porque estas paradas interferem diretamente nos seus resultados também.

Por fim, os clientes finais têm interesse em um melhor resultado financeiro do terminal, pois pode influenciar no preço final dos produtos que adquirem.

Os objetivos da gestão dos ativos consolidada, passamos para o planejamento de seu alcance, conforme item 6.2.2 da ISO 55001. Neste item a norma recomenda “[...] integrar o planejamento para o alcance dos objetivos da gestão de ativos com outras atividades de planejamento organizacional, incluindo financeiras [...]”. Novamente torna-se importante mensurar os ganhos financeiros da aplicação da INI.

Em seguida, no mesmo item, a norma recomenda determinar e documentar:

- O método e o critério de tomada de decisão [...];
- Os processos e métodos a serem empregados no gerenciamento dos ativos [...];
- O que será feito;
- Quais os recursos necessários;
- Quem será responsável;
- Quando serão concluídos;
- Como os resultados serão avaliados.

A certificação para o uso da INI atende a maior parte destas questões dentro do escopo deste trabalho. Na certificação será necessário definir os profissionais que aplicarão a metodologia, a qual deve estar muito bem explicada e documentada,

sobretudo em relação aos recursos que se farão necessários e em relação ao que será feito.

A avaliação dos resultados poderá ser feita pela análise financeira e de diminuição de HHER, através das ferramentas apresentadas neste trabalho, o que reforça sua importância. Através destas ferramentas o método e critério de tomada de decisão é determinado e documentado.

O item 7 da norma ISO 55001 refere-se ao apoio à gestão de ativos. Dentro do escopo deste trabalho destacamos o apoio de recursos e competências. Os recursos são obrigatórios serem disponibilizados, uma vez que se trata de obrigação de norma e legislação. Já as competências são essenciais para o alcance da aplicação da INI. A certificação para a aplicação da INI exige a competência necessária para a aplicação da técnica. A norma ISO 55001 vai um pouco além, e pede: “assegurar que essas pessoas sejam competentes, com base em formação, treinamento ou experiência apropriados.

O item 8 da norma ISO 55001 trata das questões de operação na gestão de ativos. Para a proposta deste trabalho o item 8.3 Terceirização, é relevante para a contratação dos serviços de INI. O terminal pode optar por capacitar e comprar os equipamentos necessários para as técnicas de inspeção, porém é provável que não seja viável economicamente. As técnicas são muito específicas, usam equipamentos caros de última geração e mão de obra muito especializada. A contratação deste serviço torna-se, assim, atrativo. No entanto alguns cuidados têm que ser tomados e a norma orienta a avaliar os riscos e controlar os processos.

Quando a organização terceirizar quaisquer atividades que possam ter impacto no alcance de seus objetivos da gestão de ativos, deve-se avaliar os riscos associados. A organização deve assegurar que atividades e processos terceirizados sejam controlados.

A importância de uma avaliação financeira e de HHER é evidenciada na norma ISO 55001 no item 9 Avaliação do desempenho, novamente. No item 9.1 a norma orienta determinar o que precisa ser tanto monitorado quanto medido, bem como quais são os métodos de monitoramento aplicados e, por fim, quando realizá-los e a avaliação e acompanhamento dos seus resultados.

Todos estes requisitos da norma podem ser atendidos com a certificação do SPIE para a aplicação da técnica de INI e com as ferramentas de análise financeira e de HHER apresentadas neste trabalho.

Outros itens da norma ISO 55001 podem ser aplicados para o escopo deste trabalho, porém, as principais e mais relevantes foram explicadas. Em caso de uma estruturação completa de um terminal para gestão de ativos a aplicação dos demais requisitos seria imperativo.

### 3.4 SÍNTESE E CONCLUSÃO DO CAPÍTULO

Neste capítulo foram apresentados os conceitos de análise financeira, análise de segurança do trabalho baseado em riscos de acidente do trabalho e os conceitos da norma ISO 55001 que podem ser aplicados no caso estudado neste trabalho.

Aplicando-se a metodologia de gestão de ativos apresentada na norma ISO 55001 em equipamentos NR-13 de um terminal aquaviário de derivados de petróleo, podemos concluir que a aplicação da INI e também todo o trabalho que é necessário para a certificação em aplicação deste recurso, vão ao encontro de diversos requisitos da norma.

Seguindo os princípios da norma ISO 5001 chegamos também a conclusão que as ferramentas de análise financeira e de exposição ao risco no caso de aplicação da INI são fundamentais para a gestão de ativos no que tange registros, documentação, metodologia, métricas tomada de decisão e avaliação.

No capítulo seguinte é analisada a aplicação dos conceitos que fundamentam a gestão de ativos na aplicação da INI, bem como seus custos e riscos de acidente de trabalho.

## 4 DESENVOLVIMENTO

Com os conceitos de gestão de ativos baseados nas normas ISO 5500X apresentadas e discutidas ficou evidente a necessidade de uma ferramenta de análise e registro a respeito do uso das técnicas de INI para a postergação de inspeção interna em equipamentos NR-13.

Foi esclarecido que o resultado financeiro é um objetivo da gestão de ativos e a aplicação do INI, a princípio, deve ser um meio para alcançar estes resultados, evitando paradas operacionais, e custos de inspeção interna. No entanto, a metodologia de gestão de ativos apresentada demanda um método de análise e seus registros.

Conforme apresentado nos capítulos anteriores, a diminuição do risco de acidente de trabalho é fundamental para alcançar os resultados da gestão de ativos. A mitigação dos riscos de acidente de trabalho pode ser alcançada pela adoção das técnicas de INI. No entanto, de acordo com os conceitos de gestão de ativos que apresentamos, é fundamental definir um método de análise para os seus registros. Em uma comparação de custos entre a inspeção interna e a aplicação do INI de um vaso, é necessário identificar cada uma das atividades necessárias para cada método e seus custos relacionados. Para isto, cada atividade deve ser desmembrada em atividades básicas e estimado os seus tempos de execução.

Com os tempos de execução de cada atividade básica, é possível quantificar o tempo de exposição ao risco HHER. E sabendo-se do custo de cada atividade, pode-se determinar o custo de cada tipo de inspeção.

### 4.1 ANÁLISE DE CUSTOS

A análise financeira em relação aos ganhos pela utilização da INI, proposto neste trabalho, é feita pela comparação dos custos de inspeção do vaso de GLP de um terminal aquaviário de derivados com a aplicação da INI com a inspeção aplicando-se a IVI.

A INI, por lei, não pode ser aplicada em qualquer situação, uma vez que só pode ser aplicada como forma de postergar uma inspeção por IVI em 50% do seu tempo, de acordo com a revisão da NR-13 de 2018 (2018, item 13.5.4.7).

As empresas que possuam SPIE certificado conforme Anexo II desta Norma podem executar, em vasos de pressão de categorias I e II, uma INI, de acordo com a metodologia especificada na norma ABNT NBR 16455, desde que esta seja obrigatoriamente sucedida por um exame visual interno em um prazo máximo correspondente a 50 % (cinquenta por cento) do intervalo determinado.

Portanto, a INI não substitui a IVI, apenas a posterga. Logo, a comparação entre a aplicação, ou não, da INI não pode ser feita em apenas um momento, mesmo que este momento seja o prazo de inspeção do equipamento. Deve-se realizar uma comparação em uma janela de tempo, quando já se passou mais de uma inspeção. A figura a seguir apresenta uma visão ao longo dos anos de um vaso categoria I:

Tempo (anos)	INI	IVI
0	IVI	IVI
1		
2		
3		
4		
5		
6	INI	IVI
7		
8		
9	IVI	
10		
11		
12		IVI
13		
14		
15	INI	
16		
17		
18	IVI	IVI
19		
20		
21		
22		
23		
24	INI	IVI

TABELA 1 – Simulação de inspeções ao longo dos anos em um vaso categoria I, com e sem INI

Podemos notar pela simulação acima, que por exemplo em dezoito anos, utilizando a INI teremos três inspeções internas com abertura do equipamento e sem usar a INI teremos quatro inspeções internas com abertura do equipamento. Neste mesmo espaço de tempo temos, ao todo, cinco inspeções utilizando a INI, sendo

três com abertura do equipamento e duas sem a abertura (aplicando a INI). No caso de não utilizar a INI, temos quatro inspeções internas abrindo o equipamento.

Analisando este cenário, fica evidente que há uma diminuição de abertura de equipamento e por consequência uma diminuição de paradas operacionais correlacionadas. Mas, e os custos, como ficam? Sem analisar os custos das inspeções, pode-se inferir que, aplicando-se a INI os custos são maiores, uma vez que se tem mais inspeções em um mesmo intervalo de tempo. Neste momento já é possível compreender a importância de saber os custos relacionados à parada operacional do equipamento, como o custo de indisponibilidade do sistema do qual o equipamento depende ou mesmo o custo de condicionar o equipamento para a sua parada.

Outra questão a ser estudada é a inspeção externa. Os prazos para inspeção externa não se modificam, independente de utilizar, ou não, a INI para as inspeções internas. No exemplo dado na tabela 1, para um vaso categoria I, haveria a cada três anos inspeções externas. Possivelmente, para as inspeções externas, haja a necessidade de atividades que possam ser compartilhadas com as inspeções internas por INI ou por IVI, como por exemplo a montagem de andaimes. Porém, como o foco deste trabalho são as inspeções internas e também para simplificar a análise e torna-la mais direta, não serão analisadas as atividades para inspeção externa e as maneiras de como poderiam ser otimizadas para diminuir custos.

Evidenciada a necessidade de separar os custos de inspeção interna com a aplicação da INI e com a aplicação da IVI para comparação, o passo seguinte é identificar as atividades necessárias para cada uma destas inspeções.

A inspeção interna aplicando-se a IVI, de forma tácita, compreende as atividades de:

1. Parada operacional do equipamento e condicionamento para a abertura e entrada no equipamento;
2. Acesso à entrada e aos locais de inspeção;
3. Remoção de acessórios;
4. Limpeza interna e preparação para inspeção;
5. Inspeção interna;
6. Fechamento do equipamento e retorno operacional.

Cada uma das seis atividades listadas acima pode ser desdobrada em diversas atividades que podem compreender contratações, compras, planejamento e

execução de serviços. A seguir é mostrado o desdobramento de cada uma das atividades e feitas as devidas considerações quanto a simplificações e hipóteses necessárias para este trabalho.

Parada Operacional de Vaso de Pressão	
Atividade	Considerações
Planejamento de parada operacional	O tempo para o planejamento de paradas operacionais e todo seu processo não serão analisados por simplificação. Não serão considerados os custos logísticos decorrentes da parada.
Fechamento de válvulas	Foram consideradas duas válvulas a serem fechadas. Uma na tubulação de entrada e uma na tubulação de saída. Considerado um auxiliar de serviços gerais e 15 minutos para cada válvula
Drenagem do equipamento	Foi considerado 8 horas para a drenagem do equipamento
Inserção de flanges (tipo "raquete") para duplo bloqueio nas válvulas	Foram considerado necessário dois caldeireiros e duas horas para cada inserção de flange
Abertura de "boca de visita" para entrada e local para ventilação	Consideradas duas remoções de flanges cegos do equipamento (duas aberturas). Dois caldeireiros durante uma hora para cada flange.
Limpeza interna com equipamento de ar mandado	Considerado que o serviço é realizado por auxiliares gerais e dura quatro horas. Há necessidade de mais auxiliar que será o vigia, conforme é mandatório na NR-33. Os custos com equipamento de ar mandado não foram considerados por necessidade de simplificação.
Instalação de ventiladores para ventilação forçada	Considerado que o serviço é realizado por um electricista e dura uma hora.
Monitoramento a atmosfera dentro do vaso	Consideradas 24 horas para a atmosfera dentro do vaso estar adequada para entrada sem equipamento de ar mandado

FIGURA 7 – Atividades para a parada operacional, abertura e condicionamento para a entrada de um vaso de pressão e suas considerações

Cada organização tem características diferentes, mesmo muitas vezes comparando-se unidades semelhantes dentro da mesma organização, encontramos diferenças significativas na execução de diversas tarefas. Isto decorre de cultura regional, facilidades locais de contratação ou mão de obra, leis locais e assim por diante, porém este trabalho não tem esta questão como escopo. Esta menção vale apenas para justificar que as estimativas de tempos de execução e mão de obra necessária podem variar. Porém, para o objetivo de apresentar a ferramenta de análise, esta questão não faz diferença. Cada organização que aproveitar a ferramenta deverá conhecer seus dados, seus processos e facilidades.

Porém, há questões que são mandatórias em qualquer organização no Brasil, por serem regidas por lei. Na tabela acima, é o caso da entrada em espaço confinado, que é regida pela NR-33. Esta norma regulamentadora demanda Permissão de Entrada e Trabalho (PET) e que haja vigia e equipe de resgate do lado de fora, dentre muitas outras, como podemos verificar na NR-33 (2012, anexo III): “permissão de Entrada e Trabalho (PET): documento escrito contendo o conjunto de medidas de controle visando à entrada e desenvolvimento de trabalho seguro, além de medidas de emergência e resgate em espaços confinados”. Por simplificação, será considerado que o vigia faz a função do supervisor de entrada e também é o responsável pelo eventual resgate.

O condicionamento para a abertura do vaso passa pelo bloqueio de energias perigosas. Para a liberação do equipamento para a entrada de trabalhadores, deve-se garantir que não haja a possibilidade de alguma energia ser liberada e causar dano físico aos trabalhadores. No caso de vaso de pressão, a principal energia que deve ser bloqueada é a pressão nas tubulações que estão interligadas ao tanque. Estas mesmas tubulações podem conter gases, vapores ou líquidos que podem vazar para o vaso e causar um incêndio, explosão ou intoxicação. Por este elevado risco de acidente, é prudente instalar duplo-bloqueio nas entradas das tubulações no vaso. Este duplo-bloqueio é constituído do fechamento da válvula de bloqueio e a inserção de flange “tipo raquete” junto à válvula. Desta forma garante que o vaso não receberá contribuições de resíduos perigosos.

Um técnico de SMS deve acompanhar todos os serviços. Além de estar atento aos perigos apresentados, deve monitorar a atmosfera dentro do vaso e liberar os serviços a serem executados. Como os serviços tem perigos que podem ter consequências graves, como a morte de um profissional, o risco é alto e deve ter medidas mitigadoras para evitar estes perigos. Este entendimento podemos constatar na matriz de riscos da norma Petrobras N-2782 (2015):



Tabela 2 - Matriz de Tolerabilidade de Riscos

					Categorias de frequência						
					A Extremamente remota	B Remota	C Pouco provável	D Provável	E Frequente		
		Descrição / características			Possível mas sem referências na indústria	Não esperado ocorrer, apesar de haver referências em instalações similares na indústria	Pouco provável de ocorrer durante a vida útil de um conjunto de instalações similares	Possível de ocorrer uma vez durante a vida útil da instalação	Possível de ocorrer muitas vezes durante a vida útil da instalação		
		Pessoas	Patrimônio / continuidade operacional	Meio ambiente (ver Nota 1)						Imagem	
Categorias de Severidade das Consequências	V	Catastrófica	Múltiplas fatalidades intramuros ou fatalidade extramuros (ver Nota 2)	Danos catastróficos podendo levar a perda da instalação industrial	Danos catastróficos	Repercussão internacional	M	M	NT	NT	NT
	IV	Crítica	Fatalidade intramuros ou lesões graves extramuros (ver Nota 3)	Danos severos a sistemas / equipamentos (reparação lenta)	Danos severos	Repercussão nacional	T	M	M	NT	NT
	III	Média	Lesões graves intramuros ou lesões leves extramuros	Danos moderados a sistemas / equipamentos	Danos moderados	Repercussão regional	T	T	M	M	NT
	II	Marginal	Lesões leves	Danos leves a sistemas / equipamentos	Danos leves	Repercussão local	T	T	T	M	M
	I	Desprezível	Sem lesões ou no máximo casos de primeiros socorros	Danos leves a equipamentos sem comprometimento da continuidade operacional	Danos insignificantes	Repercussão insignificante	T	T	T	T	M

FIGURA 8 – Matriz de riscos – T: tolerável; M: moderada (requer medidas mitigadoras); NT: não tolerável

Seguindo a matriz de riscos acima, podemos verificar que a consequência que resulta em morte está na categoria VI. Fazendo uma análise qualitativa da frequência de uma fatalidade ocorrer em um trabalho em espaço confinado podemos chegar aos critérios de remota ou pouco provável – extremamente remota não pode ser, pois há relatos de ocorrências na indústria ao mesmo tempo que provável também não pode ser considerada, senão não havia trabalhos em espaços confinados. Logo, o risco é considerado moderado que demanda medidas mitigadoras. O técnico de SMS é o responsável por garantir que estas medidas mitigadoras estejam sendo executadas.

A próxima atividade é o acesso à entrada e aos locais de inspeção:

Acesso à Entrada e Locais de Inspeção	
Atividade	Considerações
Projeto de andaime	NR-18 demanda projeto construtivo de andaime com ART
Montagem de andaime	Considerado três montadores de andaime, sendo que um deles também é o supervisor de montagem. Consideradas 16 horas de montagem de andaime, contando com a separação e deslocamento de materiais

FIGURA 9 – Atividades de acesso à entrada e locais de inspeção do vaso

Para acessar a entrada do vaso, assim como locais de inspeção interna é necessária a montagem de andaimes. Esta atividade também tem uma norma regulamentadora que a rege, que é a NR-18. Entre as diversas exigências que podem acarretar em custos para a execução dos serviços, foi considerada a obrigatoriedade de existir um projeto construtivo do andaime com Anotação de Responsabilidade Técnica (ART), como podemos verificar na NR-18 (2018, itens 18.15.1.1 e 18.15.2.4):

Os projetos de andaimes do tipo fachadeiro, suspensos e em balanço devem ser acompanhados pela respectiva Anotação de Responsabilidade Técnica [...] As montagens de andaimes dos tipos fachadeiros, suspensos e em balanço devem ser precedidas de projeto elaborado por profissional legalmente habilitado.

O projeto de andaime deve ser elaborado por um engenheiro que também acumula a responsabilidade de assinar a ART. Portanto, foi considerado que o engenheiro deve ter nível pleno. A seguir, onde a função de PH do SPIE é apresentada, os custos de salário de engenheiro pleno são apresentados.

Um vaso de pressão é instrumentado, ou seja, possui instrumentos para monitorar parâmetros operacionais. Alguns dos parâmetros operacionais importantes de serem medidos são a altura do produto dentro do tanque, que pode ser entendido também como volume do produto armazenado. Para medir este parâmetro é necessário um visor de nível ou transmissor de nível. Outros parâmetros importantes a serem monitorados são a temperatura, pressão internas ao vaso, que cada um tem seu instrumento. Para evitar danos aos instrumentos durante a montagem de andaimes ou mesmo durante a inspeção é recomendado removê-los. Depois dos serviços de inspeção e desmontagem de andaime os

instrumentos devem ser novamente instalados. Por este motivo foi considerada a tarefa a seguir:

Remoção e Reinstalação de Acessórios	
Atividade	Considerações
Remoção e reinstalação de instrumentação	Considerado um técnico de instrumentação por duas horas para cada etapa
Remoção e reinstalação de válvula de pressão e vácuo (PSV)	Considerado um técnico mecânico e um operador de carga durante duas horas para a remoção da PSV. Considerado que o guindaste para a remoção não é alugado e não representa custo significativo.

FIGURA 10 – Atividade de remoção e reinstalação de acessórios do vaso

Os vasos possuem válvulas de pressão e vácuo (PSV) para garantirem sua integridade em caso de sobre pressão positiva ou negativa. A descarga da PSV pode estar conectada a uma tubulação com resíduos de produtos que podem entrar no vaso. Durante as atividades de montagem de andaime e inspeção pode ocorrer algum impacto na PSV. Por estes motivos foi considerada a remoção da PSV. É recomendável calibração da PSV quando ela é removida. Porém este custo não será considerado, pois há a possibilidade de realizar este serviço no momento em que seria o prazo de calibração da PSV.

Para que a inspeção interna possa ser realizada é necessário realizar uma limpeza interna das paredes do vaso. Normalmente resíduos de produtos se acumulam nas paredes e é possível que haja resíduos de oxidação do próprio vaso. Estes resíduos atrapalham no condicionamento do equipamento para entrada de trabalhadores. Por estes motivos foi determinada a tarefa de limpeza, mesmo antes de o vaso estar apto para entrada sem equipamento autônomo de respiração.

Limpeza Interna do Vaso e Preparação para Inspeção	
Atividade	Considerações
Limpeza interna com equipamento de ar mandado	Considerado que o serviço é realizado por auxiliares gerais e dura quatro horas. Há necessidade de mais auxiliar que será o vigia, conforme é mandatário na NR-33. Os custos com equipamento de ar mandado não foram considerados por necessidade de simplificação.
Preparação para inspeção	Para realizar os Ensaio Não Destrutivos (END) dentro do vaso, é necessário realizar preparo de superfície através de lixamento. Foi considerado dois caldeireiros por 8h.

FIGURA 11 – Tarefas de limpeza e preparação para inspeção do vaso

Quanto à preparação do vaso para inspeção interna, é necessário realizar lixamento de áreas a serem inspecionadas. Caso haja pintura interna, a pintura deve ser refeita no término das inspeções. Para este trabalho foi considerado que o vaso não possui pintura interna.

Depois de toda a preparação descrita nos parágrafos acima, chega de fato o momento de realizar a inspeção interna do equipamento, através de inspeção visual e utilizando técnicas de END. As inspeções podem variar em tempo de execução, dependendo das eventuais falhas ou dúvidas apresentadas durante sua execução. Para este trabalho foi considerado que um técnico de inspeção faz o trabalho em dois dias, ou seja, 16 horas de trabalho. Não foi considerado também custos com equipamentos ou materiais para realizar os ENDs.

Inspeção Interna do Vaso	
Atividade	Considerações
Inspeção interna do vaso - inspeção visual e END	Considerado que o serviço é realizado por técnico de inspeção, por 16 horas

FIGURA 12 – Tarefa de inspeção interna do vaso

Finalizadas as inspeções internas, começam as atividades para o retorno operacional do vaso. As tarefas de remoção e montagem se repetem ao inverso, sendo agora de instalação e desmontagem. Os tempos de algumas tarefas podem ser um pouco diferentes, uma vez que desmontar é mais fácil que montar, por exemplo. Quando o vaso está pronto para receber novamente produto, ele é novamente pressurizado e neste momento deve haver acompanhamento de caldeiraria para que eventuais falhas de estanqueidade possam ser resolvidas rapidamente.

Retorno Operacional de Vaso de Pressão	
Atividade	Considerações
Abertura de válvulas	Foram consideradas duas válvulas a serem abertas. Uma na tubulação de entrada e uma na tubulação de saída. Considerado um auxiliar de serviços gerais e 15 minutos para cada válvula
Enchimento do vaso com acompanhamento	Foi considerado 2 horas para a enchimento do equipamento com acompanhamento de 2 caldeiros
Remoção de flanges (tipo "raquete") para duplo bloqueio nas válvulas	Foram considerado necessário dois caldeiros e uma hora para cada remoção de flange
Fechamento de "boca de visita" para entrada e local para ventilação	Consideradas duas instalações de flanges cegos do equipamento (duas aberturas). Dois caldeiros durante uma hora para cada flange.
Remoção de ventiladores para ventilação forçada	Considerado que o serviço é realizado por um eletricista e dura uma hora.
Reinstalação de instrumentação	Considerado um técnico de instrumentação por duas horas para cada etapa
Reinstalação de válvula de pressão e vácuo (PSV)	Considerado um técnico mecânico e um operador de carga durante duas horas para a remoção da PSV. Considerado que o guindaste para a remoção não é alugado e não representa custo significativo.

FIGURA 13 – Tarefas para retorno operacional do vaso

Assim como foi feito para a inspeção com o IVI, segue a lista de tarefas para a inspeção interna do vaso utilizando a INI:

1. Análise do histórico do equipamento e emissão de relatório;
2. Contratação de serviço de INI;
3. Execução das inspeções por INI;
4. Montagem de andaime.

Serviços relacionados à INI	
Atividade	Considerações
Levantamento de dados e histórico do equipamento e preparação de relatório	Serviço desenvolvido pelo Profissional Habilitado (PH)
Contratação do serviço de INI	Considerado serviço de INI terceirizado. Considerada a contratação por um auxiliar técnico
Inspeção por INI	Realizada por terceiros, com duração de 16 horas. Acompanhado e fiscalizado pelo PH

FIGURA 14 – Atividades para inspeção do vaso por INI

As atividades descritas acima têm participação direta do Profissional Habilitado (PH). Esta função é obrigatória na NR-13, como podemos verificar na citação a seguir (2018, item 13.3.2):

Para efeito desta NR, considera-se PH aquele que tem competência legal para o exercício da profissão de engenheiro nas atividades referentes a projeto de construção, acompanhamento da operação e da manutenção, inspeção e supervisão de inspeção de caldeiras, vasos de pressão, tubulações e tanques metálicos de armazenamento, em conformidade com a regulamentação profissional vigente no País.

O PH exerce uma função importante em uma planta industrial, de muita responsabilidade, sendo assim, neste trabalho foi considerado que é um engenheiro com nível pleno.

Para o levantamento de dados e histórico do equipamento para a elaboração de relatório sobre os ensaios de INI, foi considerado que o PH deve se dedicar durante 3 dias a esta atividade, ou seja 24 horas.

Já os serviços de INI terceirizados foi considerado que será realizado por dois técnicos de inspeção durante dois dias. Como é um serviço terceirizado, conforme os conceitos das normas ISO 5500X, deve haver um controle sobre sua qualidade e resultados. Na norma ABNT NBR ISO 5001, (2014, item 8.3) diz que:

Quando a organização terceirizar quaisquer atividades que possam ter impacto no alcance de seus objetivos da gestão de ativos, deve-se avaliar os riscos associados. A organização deve assegurar que atividades e processos terceirizados sejam controlados.

Para estes serviços que são específicos e muito técnicos, foi considerado que o PH os fiscaliza e controla. Como a duração dos serviços estimada é de dois dias, ou 16 horas, o PH deve dedicar este mesmo tempo à fiscalização.

Com todas as atividades e seus tempos definidos tanto para a inspeção com IVI quanto inspeção com INI, para ser possível estimar os custos de cada uma delas deve-se saber o custo da hora de cada profissional.

Para os profissionais de nível técnico os salários foram obtidos através de tabela salarial do sindicato Sindimont<sup>1</sup>, que é da região e amplamente usado como referência em levantamentos de custos. Através da tabela salarial, obtemos a seguinte relação de pisos salariais para as funções que foram listadas:

---

<sup>1</sup> Disponível em: <<http://www.sindimont.org.br/>>. Acesso em 10 de dezembro de 2019.

<b>Função</b>	<b>Salário por hora</b>
Caldeireiro	R\$11,22
Encarregado	R\$19,67
Eletricista	R\$10,29
Ajudante	R\$6,90
Montador de andaime	R\$9,98
Encarregado de montagem de andaime	R\$19,67
Operador de carga	R\$9,88
Técnico mecânico	R\$15,17
Técnico de Instrumentação	R\$16,35
Encarregado	R\$19,67
Auxiliar administrativo	R\$8,56

TABELA 2 – Tabela salarial das funções técnicas, segundo o Sindimont

Para obter a informação de salário do PH, verificou-se lei 4950-A/66 de 22 de abril de 1966, que determina o salário de um engenheiro pleno, que trabalha 8 horas por dia em 8,5 salários mínimos. O salário mínimo pode-se ser encontrado no diário oficial e é de R\$998,00 por mês. Considerando que a jornada de trabalho do engenheiro PH é de 200 horas mensais, obtemos:

- Salário mensal:  $8,5 \times R\$998,00 = R\$8.483,00$ ;
- Salário por hora:  $R\$8.483 / 200 = R\$42,415$  por hora.

Para o salário do técnico de SMS foi usada como referência a informação do Sindicato dos Técnicos de Segurança do Estado do Paraná (SINTESPAR)<sup>2</sup>. Para um

---

<sup>2</sup> Disponível em: <<http://www.sintepar.com.br/pisosalarial.php>>. Acesso em 10 de dezembro de 2019.

técnico de segurança que trabalha na indústria do Paraná, relacionado a Federação das Indústrias do Estado do Paraná (FIEP), o salário mensal é de R\$2.046,00.

Logo:

- Salário por hora: R\$2.046,00 / 200 = R\$10,23.

O salário do técnico de inspeção de equipamentos NR-13<sup>3</sup> pode variar um pouco de acordo com sua formação e certificados:

Um **Inspetor de Equipamentos** ganha em média **R\$ 2.402,90** no mercado de trabalho brasileiro para uma jornada de trabalho de 44 horas semanais de acordo com pesquisa do **Salario.com.br** junto a dados oficiais do **CAGED** no período **de 03/2019 até 10/2019** com um total de **3.360 salários**.

Salário por hora: R\$2402,90 / 200 = R\$12,01

Os encargos pagos sobre os salários são altos no Brasil, portanto são significativos para o cálculo dos custos. O cálculo dos encargos pode ser bastante complexo, informação esta que não resultaria em uma maior qualidade deste trabalho. Portanto, buscou-se identificar uma porcentagem média de encargo para ser considerada nos cálculos de custos. Na renomada revista Exame de 26 de dezembro de 2018, há uma matéria que informa que os encargos no Brasil são em média 109,75% do valor dos salários. Esta foi a porcentagem utilizada neste trabalho.

Nos custos dos serviços de inspeção através de IVI, foram considerados os custos de acompanhamento de todos os serviços de apoio à inspeção, de forma geral, por um encarregado e também os custos de um auxiliar administrativo para serviços administrativos diversos.

Por fim, para levantamento de custos, é necessário saber quanto que custa o serviço de INI de uma empresa especializada. Para obter esta informação foi solicitado uma proposta de serviço com orçamento.

Com todos os dados para estimar os custos definidos, foi elaborada uma planilha para calcular os custos dos serviços de inspeção utilizando IVI e uma planilha para os custos da INI, conforme verifica-se a seguir:

---

<sup>3</sup> Disponível em: <https://www.salario.com.br/profissao/inspetor-de-equipamentos-cbo-352310/>. Acesso em 10 de dezembro de 2019.



Descrição	Profissional	Qtd Profissional	Tempo exec.	HH	Custo H Prof.	Custo total
Projeto de andaime	Engenheiro	1	3	3	42,42	R\$ 127,25
Montagem de andaime	Montador de andaime	2	16	32	9,98	R\$ 319,36
	Supervisor de montagem de andaime	1	16	16	19,67	R\$ 314,72
Fechamento de válvulas	Auxiliar	1	0,5	0,5	6,9	R\$ 3,45
Inserção de flanges (tipo "raquete") para duplo bloqueio nas válvulas	Caldeireiro	2	2	4	11,22	R\$ 44,88
Abertura de "boca de visita" para entrada e local para ventilação	Caldeireiro	2	1	2	11,22	R\$ 22,44
Limpeza interna com equipamento de ar mandado	Auxiliar	2	4	8	6,9	R\$ 55,20
Instalação de ventiladores e rede elétrica para ventilação forçada	Técnico eletricista	1	1	1	10,29	R\$ 10,29
Monitoramento a atmosfera dentro do vaso	Técnico SMS	1	8	8	10,23	R\$ 81,84
Acompanhamento por técnico de SMS	Técnico SMS	1	40	40	10,23	R\$ 409,20
Remoção e reinstalação de instrumentação	Técnico de Instrumentação	1	2	2	16,35	R\$ 32,70
Remoção e reinstalação de válvula de pressão e vácuo (PSV)	Técnico mecânica	1	2	2	15,17	R\$ 30,34
	Operador guindalto	1	2	2	9,88	R\$ 19,76
Preparação para inspeção	Caldeireiro	2	8	16	11,22	R\$ 179,52
Inspeção interna do vaso - inspeção visual e END	Técnico inspeção	1	16	16	12,01	R\$ 192,16
Abertura de válvulas	Auxiliar	2	0,5	1	6,9	R\$ 6,90
Enchimento do vaso com acompanhamento	Caldeireiro	2	2	4	11,22	R\$ 44,88
Remoção de flanges (tipo "raquete") para duplo bloqueio nas válvulas	Caldeireiro	2	2	4	11,22	R\$ 44,88
Fechamento de "boca de visita" para entrada e local para ventilação	Caldeireiro	2	2	4	11,22	R\$ 44,88
Remoção de ventiladores e instalação elétrica para ventilação forçada	Técnico eletricista	1	1	1	10,29	R\$ 10,29
Reinstalação de instrumentação	Técnico de Instrumentação	1	2	2	16,35	R\$ 32,70
Reinstalação de válvula de pressão e vácuo (PSV)	Técnico mecânica	1	2	2	15,17	R\$ 30,34
	Operador guindalto	1	2	2	9,88	R\$ 19,76
Acompanhamento por encarregado	Encarregado	1	40	40	19,67	R\$ 786,80
Serviços administrativos de apoio	Auxiliar administrativo	1	40	40	8,56	R\$ 342,40
Relatório pelo engenheiro PH	Engenheiro PH	1	16	16	42,42	R\$ 678,72
Acompanhamento em campo	Engenheiro PH	1	40	40	42,42	R\$ 1.696,80
				<b>308,5</b>	<b>TOTAL</b>	<b>3885,66</b>
					Encargos	109,75%
						<b>R\$ 8.150,16</b>

TABELA 3 – Planilha de custos para inspeção com IVI

Serviços relacionados à INI						
Atividade	Profissional	Qtd Profissional	Tempo exec.	HH	Custo H Prof.	Custo total
Levantamento de dados e histórico do equipamento e preparação de relatório	Engenheiro PH	1	24	24	42,42	R\$ 1.018,08
Contratação do serviço de INI	Auxiliar administrativo	1	8	8	7,32	R\$ 58,56
Inspeção por INI	Engenheiro PH	1	16	8	42,42	R\$ 339,36
					<b>TOTAL</b>	<b>R\$ 1.416,00</b>
					Encargos	109,75%
					Contrato INI	R\$ 5.000,00
						<b>R\$ 7.970,06</b>

TABELA 4 – Planilha de custos para inspeção com INI

Nota-se que os custos com a INI são pouco inferiores aos custos com a IVI para o caso de um vaso. Logo a primeira conclusão é que os custos logísticos e de lucro cessante são muito importantes para esta comparação. Este resultado remete a questionar se em caso de outros equipamentos, como esferas, os custos teriam uma diferença maior.

Porém, como visto anteriormente para comparar apenas os custos em utilizar a INI ou a IVI é preciso analisar os custos ao longo do tempo. Como a INI não substitui a IVI, apenas a posterga devemos analisar em um período suficiente para no mínimo abranger esta postergação.

É intuitivo saber que o mundo está mudando cada vez mais rápido e o mundo dos negócios da mesma forma. Logo é interessante analisar os custos no menor prazo que se possa obter um resultado de comparação de uso ou não da INI. Conforme mencionado no parágrafo anterior, precisamos no mínimo um tempo suficiente para abranger a postergação da IVI, conforme mostrado na tabela a seguir:

Vaso categoria I		
Tempo (anos)	INI	IVI
0	IVI	IVI
1		
2		
3		
4		
5		
6	INI	IVI
7		
8		
9	IVI	

TABELA 5 – Cenário com uma postergação de IVI

Neste cenário apresentado não é necessário fazer cálculos para chegar à conclusão que utilizando a INI teremos maiores custos em um espaço de tempo de 9 anos: a quantidade de inspeções internas é a mesma, mas utilizando a INI há uma inspeção por INI a mais.

Com o resultado obtido com o cenário acima, torna-se necessário analisar os custos em um cenário com um período maior. Continuando com a premissa de analisar em o menor período possível, determinou-se um período que contempla a segunda inspeção por IVI no caso de não utilização da INI, ou seja um período de 12 anos, conforme figura a seguir.

Vaso categoria I		
Tempo (anos)	INI	IVI
0	IVI	IVI
1		
2		
3		
4		
5		
6	INI	IVI
7		
8		
9	IVI	
10		
11		
12		IVI

TABELA 6 – Cenário com duas inspeções internas no caso sem INI (sem contar com a inspeção inicial do equipamento)

Para realizar a comparação de custos com este cenário, conforme visto no capítulo 3, devemos colocar todos os custos à valores presentes. Para conseguirmos realizar este cálculo é necessário definir uma taxa de retorno anual. Como a finalidade deste cálculo é apenas comparativo e não reflete um caso que ocorreu em uma data específica, para fins de simplificação de cálculos foi utilizada a mesma taxa de retorno de 4,5% ao ano<sup>4</sup>.

---

<sup>4</sup> Disponível em: <[www.bcb.gov.br](http://www.bcb.gov.br)>. Acesso em 27 de janeiro de 2020.

Vaso categoria I				
Tempo (anos)	INI	Custo	IVI	Custo
0				
1				
2				
3				
4				
5				
6	INI	R\$ 7.970,06	IVI	R\$ 8.150,16
7				
8				
9	IVI	R\$ 8.150,16		
10				
11				
12			IVI	R\$ 8.150,16
	<b>VPL =</b>	<b>R\$ 11.812,55</b>	<b>VPL =</b>	<b>R\$ 11.295,06</b>

i= 4,25%

TABELA 7 – Cálculo de valor presente da INI e IVI em um período de 12 anos

#### 4.2 ANÁLISE DE HHER

A partir das planilhas de custos desenvolvidas no item acima, pode-se obter os dados de HHER de cada um dos tipos de inspeção. Basta identificar os homem-hora (HH) de cada profissional passa em campo executando as atividades. Como mencionado anteriormente, por simplificação, não foram diferenciadas as atividades. O HH tem o mesmo valor independentemente do tipo de atividade ou do profissional que a executa.

Para o cálculo do HHER da inspeção com IVI temos o total de 308,5 HH. Porém parte deste HH é devido a elaboração de projeto de andaime e relatório de inspeção. Seguem estes dados:

- HH elaboração de projeto de andaime: 3HH;
- HH elaboração de relatório de inspeção: 16HH;

Logo a quantidade de HHER na inspeção de IVI fica:

- $308,5 - (3 + 16) = \mathbf{289,5 \text{ HHER}}$

Para o cálculo de HHER com inspeção por INI são menos dados a serem analisados. São estimadas 16 horas de inspeção por INI executadas por dois técnicos de inspeção da empresa contratada, sendo fiscalizados pelo engenheiro PH. Portanto o HHER será:

- Execução INI por técnico de inspeção:  $2 \times 16 \text{ HH} = 32 \text{ HHER}$
- Fiscalização pelo PH: 16 HHER
- Total: **48HHER**

Portanto a diferença entre realizar as inspeções com INI e IVI são de:

- $289,5\text{HHER} - 48\text{HHER} = \mathbf{241,5\text{HHER}}$

#### 4.3 SÍNTESE E RESUMO DO CAPÍTULO

Neste capítulo foram apresentadas as tarefas para executar a inspeção interna de um vaso através de IVI e através de INI. Seus custos foram estimados a partir do tempo de execução de cada atividade. Desta forma é possível verificar o HHER que pode ser evitado utilizando a INI. Ainda é também possível verificar os custos de cada uma das técnicas foram comparados em cenários de prazos diversos.

Os resultados numéricos obtidos não são aplicáveis diretamente para a indústria. Servem principalmente como modelo de análise de resultados financeiros e de segurança quando é utilizada a INI.

Os resultados são importantes também para demonstrar que esta nova oportunidade de inspeção pode trazer benefícios tanto para o resultado financeiro, quanto para a mitigação de riscos de acidentes.

Em seguida os resultados são melhor discutidos e correlacionados com a gestão de ativos e seus conceitos. As questões relacionadas ao lucro cessante e ao custo de logística serão discutidos e evidenciada sua importância.

As simplificações também são discutidas e são identificadas oportunidades de novos trabalhos que complementam este. A INI sendo uma técnica nova oferece muitas oportunidades de análise e discussão, que são apresentadas a seguir.

## 5 CONCLUSÕES

### 5.1 CONCLUSÕES GERAIS

Este trabalho apresenta uma oportunidade recente de ganho com gestão de ativos, que no momento ainda não foi muito aproveitada pela indústria. A lei brasileira que permite o uso da INI, atualmente, tem apenas aproximadamente 1 ano. Por ser novidade e pouco difundida, a INI é uma quebra de paradigma no setor de inspeção industrial, que visa maior produtividade da indústria brasileira. Por este motivo, a INI que tem que ser discutida, estudada e divulgada para que haja, de fato, a evolução esperada.

O uso da INI representa uma oportunidade de desenvolvimento de profissionais do setor de inspeção em tecnologias de ponta. Representa também uma oportunidade de novos negócios para empresas especializadas em INI. Todas estas oportunidades podem ser aproveitadas somente se a alta direção das organizações entenderem os benefícios da INI, assim como sua confiabilidade. Como vimos neste trabalho, a liderança se torna crucial para esta mudança de paradigma, necessária para que a prática da INI seja difundida.

Para que as lideranças das empresas possam consolidar a ideia da INI, são necessários estudos como este, que mostram como estruturar os conceitos da INI dentro de um sistema de gestão, como foco na gestão de ativos. Uma ferramenta que mostre os ganhos financeiros diretos com a INI se torna imperativo para o convencimento das lideranças.

Os resultados aqui apresentados mostram que a aplicação da INI traz ganhos financeiros em detrimento da IVI. Porém a empresa que a for utilizar deve conhecer muito bem seus custos, principalmente seus custos de parada operacional e possíveis lucros cessantes.

Porém para que a alta direção das empresas se convençam em utilizar a INI, não pode haver dúvidas em relação à sua confiabilidade. Trabalhos com foco técnico que demonstrem a confiabilidade nas técnicas de INI são importantes para este convencimento. Com o início da utilização da INI, a própria prática poderá trazer dados que possam comprovar a confiabilidade. Afinal, mesmo que não haja nenhuma falha no equipamento após a INI, depois de três anos ele será aberto para

inspeção interna, sendo a oportunidade para fazer uma correlação do resultado da INI. Quando houver estes dados disponíveis, outros trabalhos poderão ser desenvolvidos.

Outra conclusão fundamental apresentada neste trabalho é a diminuição do risco de acidente de trabalho. Foi evidenciado que além dos custos diretos com o acidente, como indenizações, paradas operacionais, custos jurídicos, entre outros, há custos de seguro de acidente de trabalho que podem ter seu fator multiplicador (FAP) aumentado. Portanto, mesmo que uma empresa não tenha cultura forte de segurança do trabalho, foi evidenciado que a INI diminui o risco de perdas financeiras com acidentes do trabalho. A diminuição do risco de acidente, colocada desta maneira, também auxilia no convencimento da alta direção das empresas no uso da INI, quebrando o paradigma.

Este trabalho também apresenta diversos temas que são importantes no dia a dia de diversos setores da indústria de forma geral, principalmente no que tange gestão, gestão da qualidade, Segurança Meio Ambiente e Saúde (SMS) e manutenção. Foram discutidas normas de gestão, como as normas ISO 55000, leis que influenciam diretamente as decisões empresariais, melhoria contínua, PDCA, normas regulamentadoras como a NR-18 e NR-33, confiabilidade humana, SWOT, entre outras.

Este trabalho não entrou em questões técnicas da INI. Mas, como mencionado, um paradigma a ser superado é a questão da confiabilidade na técnica de INI. Convém realizar trabalhos relacionados à confiabilidade na inspeção de equipamentos com INI, para servir de subsídio para a tomada de decisão e mudança de cultura nas organizações.

No desenvolvimento deste trabalho foi discutido bastante sobre liderança, mudança de cultura nas organizações e quebra de paradigma. Foi apresentada a ferramenta de análise financeira e de segurança do trabalho para auxiliar nesta mudança de cultura. Porém, pode-se aprofundar mais neste tema que é muito vasto e dentro dos conceitos de gestão de ativos tem destaque, como é visto em Lafraia e Hardwick (2015, p. 8):

Liderança, cultura e maturidade expressam a diferença entre organizações de alto desempenho e as demais quando o sistema de gestão padrão é implementado. Liderança e cultura podem facilitar ou dificultar a implantação desse paradigma para o sistema de gestão de ativos.



O uso do conjunto das normas ISO 5500x se revela uma forma ampla para que seja constituída a análise de um ativo, apenas, sobretudo porque a norma não possui uma orientação a respeito dos métodos e ferramentas específicos, sendo, por fim, necessário o desenvolvimento delas para cada caso de aplicação. A análise e pensamento estruturado pela norma e pelos conceitos de gestão de ativos facilita a quebra de paradigma em relação ao uso da INI. Em empresas que já utilizam os conceitos de gestão de ativos ou já seguem as normas, a possibilidade de utilização da INI pela revisão da NR-13 veio facilitar, pois vem ao encontro da visão de conseguir extrair o melhor resultado possível de cada ativo.

Com a nova norma ISO55010, recém-publicada, surge a oportunidade de um novo estudo de abordagem do uso da INI sob a ótica financeira.

## 5.2 CONCLUSÕES FINANCEIRAS

Apesar deste trabalho ter um dos focos em uma ferramenta de análise financeira, e ser fundamentado nos conceitos de gestão de ativos, a própria norma de gestão de ativos não fornece ferramentas de gestão financeira, como podemos verificar na ABNT NBR ISO 55001 (2014, p. 1), “esta Norma não especifica requisitos financeiros, [...]”. Logo as análises financeiras, como a apresentada neste trabalho se tornam mais importantes de serem desenvolvidas.

Durante o desenvolvimento deste trabalho, em setembro de 2019, foi publicada uma nova norma de gestão de ativos: norma ISO 55010, “*Asset management — Guidance on the alignment of financial and non-financial functions in asset management*”, publicada na Suíça, ainda sem tradução para português e versão na NBR. Em tradução livre, o título da norma pode ser “Gestão de Ativos – Guia para alinhamento de funções financeiras e não financeiras em gestão de ativos”. O material desta norma não foi utilizado para o desenvolvimento deste trabalho, mas a publicação de uma norma com este enfoque evidencia a importância de se discutir, dentro do âmbito de gestão de ativos, como analisar financeiramente os ativos e a tomada de decisão a partir das análises.

Cada setor da indústria tem suas características próprias. Como mostrado, um terminal aquaviário de derivados de petróleo tem fundamental papel na cadeia de suprimentos de derivados de petróleo. A parada de um terminal pode acarretar em desabastecimento de uma região e, conseqüentemente, ter impactos em outras

indústrias ou até mesmo em setores de serviços essenciais, como hospitais. Mesmo que a parada de uma unidade possa ser compensada com outra unidade, o custo logístico para esta mudança pode ser muito elevado. Logo, cada empresa que tem a possibilidade de utilizar a INI deve conhecer suas características e entender suas oportunidades. Ou seja, conhecer o contexto em que sua empresa está inserida. A norma ABNT NBR ISO 55000 (2014, p. 8) menciona justamente esta questão:

[...] é recomendado que uma organização leve em conta seus contextos internos e externos. O contexto externo inclui: os ambientes social, cultural, econômico e físico, bem como as restrições regulatórias, financeiras e outras. O contexto interno inclui: a cultura organizacional e o ambiente, bem como a missão, visão e valores da organização.

Uma sugestão para esta análise é o SWOT (*Strengths, Weaknesses, Opportunities and Threats*), cuja tradução é forças, fraquezas, oportunidades e ameaças. Esta ferramenta amplamente conhecida nas organizações e empregada principalmente para planejamento estratégico. Esta técnica foi desenvolvida nos anos 1960 nos Estados Unidos da América, e tem sua origem indefinida. Alguns estudos acadêmicos sugerem que a técnica foi desenvolvida na universidade de Harvard e outros sugerem que foi desenvolvida na universidade de Standford, segundo constatado em Gürel (2017, p. 1001). O importante é que com esta ferramenta podemos identificar as ameaças (externas à organização), fraquezas (internas à organização), forças (internas à organização) e oportunidades (externas à organização).

Neste trabalho, sob a ótica do SWOT, a oportunidade externa identificada foi a nova lei que permite a utilização da INI. Uma força interna pode ser entendida como a existência de SPIE, o que é pré-requisito para a INI. Outra força interna foi a cultura de segurança no trabalho que permeia a indústria do petróleo como um todo. A ameaça é o mercado competitivo que exige a melhoria contínua e a diminuição de custos. Por fim, a fraqueza pode ser a falta de conhecimento da técnica de INI. Ou seja, ao mesmo tempo que a utilização da INI se encaixa perfeitamente neste cenário, servindo para aproveitar a oportunidade, utilizando uma força existente, é necessário ter mais conhecimento sobre a utilização da INI. Sendo assim, mais uma vez os trabalhos para entender melhor a utilização da INI se tornam importantes. E O SWOT pode ser uma ferramenta que ajuda a justificar o uso da INI.

	Fatores Positivos	Fatores Negativos
Fatores Internos	<b>S</b> (Strengths) <b>Forças</b> SPIE Cultura SMS	<b>W</b> (Weaknesses) <b>Fraquezas</b> Falta de conhecimento da INI
Fatores Externos	<b>O</b> (Opportunities) <b>Oportunidades</b> Revisão NR-13	<b>T</b> (Threats) <b>Ameaças</b> Concorrência

TABELA 8 – Tabela de SWOT

Resultados financeiros apresentados no capítulo anterior têm um significado prático e demonstra de as vantagens financeiras e de mitigação de risco de acidente com a INI. Porém cada empresa tem suas características próprias que influenciam diretamente nos resultados. Uma empresa mais verticalizada, onde há poucos contratos de serviços terceirizados ou de aluguel de equipamentos tem um resultado financeiro final diferente de uma empresa que trabalha com bastante terceirização e aluguel de equipamentos.

Portanto a ferramenta de análise apresentada no capítulo anterior serve para orientação para a organização que pretende utilizar a INI para realizar e registrar suas análises de ganhos e justificar investimentos no setor. No entanto cada organização deve ter conhecimento de seus custos e processos para usufruir dos benefícios que a INI pode trazer.

Este trabalho não abordou os investimentos necessários para a certificação do SPIE para a INI. Esta análise é fundamental para o planejamento de uma empresa para alcançar este objetivo. Sugere-se a realização de um trabalho com este foco, que também pode abordar de maneira complementar uma análise de viabilidade econômica para se manter um SPIE.

Os dois principais resultados que foram obtidos através deste trabalho foram a grande diferença de HHER entre inspeções com IVI e INI e a importância de saber os custos de parada de equipamentos.

No caso estudado, o custo logístico com a parada de um equipamento que todo um sistema pode ser dependente pode ser muito alto. Os valores podem ultrapassar muitas vezes o próprio custo de realizar a inspeção. Um exemplo de um custo comum em uma parada de um sistema de GLP em um terminal aquaviário, é o de frete de navio. Ao ter o sistema de GLP indisponível em um terminal, os navios que normalmente operam neste terminal terão que desviar sua rota e operar em outro terminal. Este desvio de rota pode gerar um acréscimo de alguns dias em sua operação. Valores de frete de navio podem chegar a algumas dezenas de milhares de reais por dia (não serei preciso nesta informação porque não é escopo deste trabalho, mas sim uma proposta). Portanto é fácil perceber como o custo de parada operacional de um terminal é relevante.

Analisando apenas os valores dos custos de inspeção, vimos no capítulo anterior que os custos utilizando a INI ao longo dos anos é maior do que utilizando a IVI, no caso do vaso de pressão. Conforme foi mostrado no capítulo 2, um terminal aquaviário possui as esferas de armazenagem de GLP que também podem ter o INI aplicado. Neste caso, os tempos de condicionamento para as esferas poderem ser abertas e os tempos de execução de inspeções internas são significativamente maiores comparando-se com o vaso de pressão, dada sua complexidade e tamanho do equipamento. Esta quantidade maior de trabalho para a execução de inspeção interna leva a custos maiores, consequentemente. Entretanto os custos de INI com equipamentos maiores não são proporcionalmente maiores. Portanto, o ganho financeiro deverá ser maior utilizando INI em equipamentos maiores, como esferas. Desta forma, fica demonstrada a importância de saber os custos de inspeção interna de cada equipamento e seus custos de parada operacional para a tomada de decisão sobre a INI. É importante que outros trabalhos analisem os custos de paradas e inspeções internas de outros equipamentos.

### 5.3 CONCLUSÕES DE SEGURANÇA DO TRABALHO

Na indústria do petróleo os cuidados com a segurança são muito relevantes. Isto se dá por conta de vários acidentes em vários locais pelo mundo. Apesar dos acidentes mais temidos são os acidentes de processo, onde as consequências podem ter dimensões catastróficas, como podemos ver em Citação, os acidentes de trabalho também são tratados com muito cuidado. Como vimos, os acidentes de

trabalho podem afetar diretamente a saúde financeira da empresa ou no mínimo acarretar em diversos custos. Logo, o resultado da diminuição de HHER apresentado no capítulo anterior é relevante para a tomada de decisão pelo uso da INI.

Embora não tenha sido apresentada uma relação direta entre HHER e a probabilidade de ocorrer acidentes de trabalho, é intuitivo que a menor exposição ao risco diminui a probabilidade de o acidente ocorrer. Seria oportuno conseguir fazer uma relação entre HHER e probabilidade de acidente para conseguir quantificar de forma probabilística o quanto o uso de INI é favorável. Conseguindo esta relação probabilística, os valores de probabilidade poderiam ser correlacionados aos custos médios de acidentes do trabalho. Uma forma de realizar esta relação é a teoria dos jogos. Citação. Aplicando a teoria dos jogos em relação a utilização ou não da INI em relação aos aspectos de segurança do trabalho, obter-se-ia uma ferramenta de decisão mais direta.

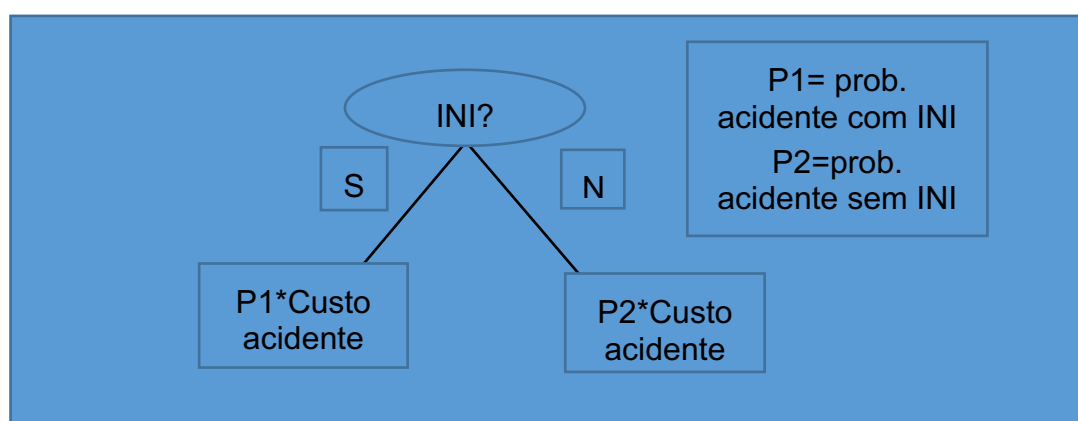


FIGURA 15 – Matriz de decisão

#### 5.4 ANÁLISE DOS RESULTADOS NUMÉRICOS

Os resultados numéricos alcançados no capítulo anterior são muito sensíveis. A estimativa de custos de cada atividade pode variar, assim como os tempos de execução de cada atividade. Para conseguir um melhor resultado, pode-se usar técnicas de estimativa de tempo de atividades como o PERT (*Program Evaluation and Review Technique*) que é uma ferramenta utilizada frequentemente em gestão de projetos com objetivo de estimar tempos de atividades.

Os tempos de atividades mais precisas levariam à uma estimativa de redução das horas de exposição ao risco mais precisas também.

Os custos de cada atividade podem variar também, dependendo do local onde o terminal está localizado, acordos trabalhistas, economia do país, desemprego, primerização ou terceirização, entre muitos outros. Logo, os valores têm que ser sempre atualizados, mesmo que a empresa já possua a ferramenta de análise estruturada. Estas variáveis dificultam também a comparação entre empresas e mesmo entre unidades da mesma empresa instaladas em locais diferentes.

Como mencionado anteriormente, os custos de parada de equipamento ou de unidade influenciam muito a tomada de decisão pelo uso da INI. Os custos logísticos relacionados à parada, o lucro cessante e os custos relacionados ao desabastecimento de uma região (no caso de um terminal de derivados de petróleo) superam em muito os valores dos ganhos relacionados aos custos de inspeção somente. Esta é uma das principais conclusões deste trabalho que acaba demandando trabalhos que estudem estes custos com profundidade.

O método de cálculo dos custos de inspeção foi o do valor presente líquido. Este método não é muito preciso com as simplificações que são necessárias para utilizá-lo. A taxa de juros aplicada foi sempre a mesma em todos os anos, o que pode não ser muito condizente com a realidade brasileira. Os custos dos serviços podem variar de forma diferente também ao longo dos anos, modificando o resultado.

No entanto como os custos relacionados à parada de equipamento são muito maiores que os custos de inspeção, as simplificações do método de valor presente líquido são suficientes para a tomada de decisão e estimar economias feitas com a aplicação da técnica da INI.

## REFERÊNCIAS

ABNT NBR 14280 – 2001 – **Cadastro de acidente de trabalho – Procedimento e classificação.**

ABNT NBR ISO 31000 – 2018 – **Gestão de Riscos – Diretrizes.**

ABNT NBR ISO 5500 – 2014 – **Gestão de ativos — Visão geral, princípios e terminologia.**

ABNT NBR ISO 5501 – 2014 – **Gestão de ativos — Sistemas de gestão — Requisitos.**

ABNT NBR ISO 5502 – 2014 – **Gestão de ativos — Sistemas de gestão — Diretrizes para a aplicação da ABNT NBR ISO 55001.**

Banco Central do Brasil. Disponível em: <[www.bcb.gov.br](http://www.bcb.gov.br)>. Acesso em 27 de janeiro de 2020.

D.O.U. **Portaria MTB Nº 1.082 de 18 de dezembro de 2018.** Disponível em: <<http://www.normaslegais.com.br/legislacao/portaria-mtb-1082-2018.htm>>. Acesso em 13 de junho de 2020.

D.O.U. **Portaria MTB Nº 1.084 de 28 de setembro de 2017.** Disponível em: <[http://www.normaslegais.com.br/legislacao/portariamt1084\\_2017.htm](http://www.normaslegais.com.br/legislacao/portariamt1084_2017.htm)>. Acesso em 13 de junho de 2020.

GORDON, Rachel P. E. **The contribution of human factors to accidents in the offshore oil industry - *Reliability Engineering and System Safety*.** 61. 1998. P. 95-108.

GÜREL, Emet; TAT, Merba. **Swot Analysis: A Theoretical Review.** The Journal of International Social Research, 2017.

ISO/TS 5010 - **Asset management — Guidance on the alignment of financial and non-financial functions in asset management.**

LAFRAIA, João R. B. ; HARDWICK, John. **Vivendo a Gestão de Ativos.** 1 ed. – Rio de Janeiro: Qualimark Editora, 2015.

MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO, INDÚSTRIA E COMÉRCIO EXTERIOR  
INSTITUTO NACIONAL DE METROLOGIA, QUALIDADE E TECNOLOGIA-  
INMETRO - **Portaria nº 582**, de 23 de novembro de 2015.

MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO, INDÚSTRIA E COMÉRCIO EXTERIOR  
INSTITUTO NACIONAL DE METROLOGIA, QUALIDADE E TECNOLOGIA-  
INMETRO - **Portaria nº 1.082**, de 18 de dezembro de 2018.

MINISTÉRIO DO TRABALHO E EMPREGO. **NR-13**. Disponível em: <<http://www.guiatrabalhista.com.br/legislacao/nr/nr13.htm>>. Acesso em 13 de junho de 2020.

**NR-13 Caldeiras, Vasos De Pressão, Tubulações E Tanques Metálicos De Armazenamento - Portaria MTb nº 3.214**, de 08 de junho de 1978.

**NR-33 – Segurança E Saúde Nos Trabalhos Em Espaços Confinados – 2012**.

Norma Petrobras – N-2782 – **Técnicas Aplicáveis à Análise de Riscos Industriais – 2015**.

**NR-18 – Condições E Meio Ambiente De Trabalho Na Indústria Da Construção – 2018**.

Presidência da República – Casa Civil - Subchefia para Assuntos Jurídicos. **Decreto nº 6.042**, de 12 de fevereiro de 2007.

Presidência da República – Casa Civil - Subchefia para Assuntos Jurídicos - **Decreto nº 3.048**, de 6 de maio de 1999.

S.A. Inspetor de Equipamentos - Salário 2020 e Mercado de Trabalho. Disponível em <<https://www.salario.com.br/profissao/inspetor-de-equipamentos-cbo-352310/>>. Acesso em 10 de dezembro de 2019.

SINDIMONT – Disponível em: <<http://www.sindimont.org.br/paginas/pisos/>>. Acesso em 10 de dezembro de 2019.

Sindicato dos Técnicos de Segurança do Estado do Paraná. Disponível em: <<http://www.sintespar.com.br/pisosalarial.php>>. Acesso em 10 de dezembro de 2019.